Tijdschrift van het
Nederlands Radiogenootschap

DEEL 26 No. 5–6 1961

# Public address

door C. W. Kosten *)

Inleidende voordracht gehouden op 2 december 1960 te Amsterdam voor de Geluidstichting, het Nederlands Radiogenootschap en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.V.I.

Het lijkt zinvol een wetenschappelijke bijeenkomst over public address inrichtingen te beginnen met de vraag hoe men in 't algemeen denkt over dit soort inrichtingen en wat men ervan verwacht. Zou men door enquetering de publieke opinie omtrent public address inrichtingen peilen, dan vrees ik, dat het resultaat van de enquête voor deze inrichtingen niet bijster gunstig zou uitvallen. Inderdaad is de ervaring met public address inrichtingen, die ik in 't vervolg toespreekinrichtingen zal noemen, dusdanig dat men ze terecht het nodige kan verwijten. Ze kunnen weigeren, kraken, rondzingen, veel onverstaanbaar lawaai produceren in plaats van duidelijke spraak te distribueren, ons hinderen bij conversatie, recreatie of werk, enz. enz.

Hoewel dit alles niet te ontkennen valt, zijn deze verwijten feitelijk toch volkomen misplaatst. Geen zinnig mens zal durven ontkennen, dat toespreekinrichtingen met voordeel gebruikt zouden kunnen worden om het gesproken woord verstaanbaar te maken:

a) in een slecht gebouwde zaal;
b) in een goede zaal, die niet voor spreekdoeleinden is gemaakt, zoals een concertzaal;
c) in een zaal, die te groot is om door een spreker met een zwak stemgeluid te worden besproken;
d) in omgevingen waar het achtergrondlawaai te sterk is, zoals in stations, warenhuizen, enz.;

*) Technische Hogeschool, Delft.

e) bij massabijeenkomsten in de open lucht, op pleinen, in stadions of openluchttheaters.

Wanneer dan ook het resultaat in de praktijk vaak teleurstelling of ergernis opwekt, is dit niet altijd 'de schuld van de toespreekinrichting', maar heel dikwijls van een of meer van de volgende fouten:

— fout gebruik van een goede installatie, b.v. doordat de spreker niet gewend is voor een microfoon te spreken en de afstand tot de microfoon te sterk varieert, dan wel het hoofd telkens afwendt zonder aan de microfoon te denken, slecht articuleert of andere voordrachtsfouten maakt;
— slecht onderhoud van de installatie;
— het niet-bezitten van reserve-eenheden van de vitale onderdelen van de inrichting;
— verkeerde opstelling van een goede apparatuur.

Uiteraard bestaat de triviale mogelijkheid, dat de installatie zelf fouten vertoont door ondoelmatige of gebrekkige uitvoering.

De samenvatting van bovengenoemde, geenszins volledige opsomming van mogelijkheden, voordelen, nadelen en fouten, is wel, dat er stellig waardevolle mogelijkheden in toespreekinrichtingen schuilen en dat een goed architect bij zijn ontwerpen hiermee rekening zal moeten houden. Anders gezegd: er is een relatie tussen elektro-akoestische mogelijkheden en architectuur. Het wil mij als buitengewoon belangrijk voorkomen - ja, misschien is het wel de belangrijkste opgave voor de elektroakoestische industrie wat betreft dit soort toepassingen - dat deze relatie elektroakoestiek-architectuur in de naaste toekomst grondig wordt bestudeerd. Elk bouwwerk van formaat dat tot stand zal komen zonder grondige bestudering van de elektroakoestische mogelijkheden is in feite ondoordacht.

Om een verantwoord besluit te kunnen nemen zullen architect en bouwheer echter een duidelijk antwoord wensen op b.v. de volgende vragen:

1. Een zaal voor het gesproken woord zal men bij voorkeur zo ontwerpen, dat hij zonder 'elektro-akoestiek' goed bespreekbaar is. Wat is het maximum aantal toehoorders, dat door één man onversterkt kan worden toegesproken?
2. Als een zaal gebouwd moet worden zowel voor muziek als voor spraak:

a) moet dan een zaal gemaakt worden die zonder elektro-akoestische middelen ideaal is voor muziek en een toespreekinrichting voor spraak worden ontworpen?
b) of moet juist op onversterkte spraak worden gerekend, terwijl een nagalminstallatie en andere elektro-akoestische hulpmiddelen voor de muziek te hulp moeten worden geroepen.

3. Hoe luiden de antwoorden, als muziek en spraak niet hetzelfde gewicht hebben bij het gebruik, doch muziek of spraak prevaleert?
4. Welke kosten zijn gemoeid met elektro-akoestische voorzieningen?
5. Welke bouwkundige voorzieningen zijn nodig om nu en in de toekomst een volledig profijt te kunnen trekken van elektro-akoestische middelen?

Deze vragenlijst, hoe redelijk en bescheiden ook, doet reeds denken aan de ene dwaas en de tien wijzen. Toch is informatie van de gevraagde soort uiterst noodzakelijk. Het is zelfs niet te veel gevraagd, dat de akoestisch adviseur de verstaanbaarheid van een zaal, zonder of met toespreekinrichting, vooraf berekent en binnen zekere grenzen durft te garanderen. Laat ons op een tweetal van deze vragen een gedeeltelijk antwoord trachten te geven.

De steeds weer gestelde vraag naar het maximum aantal door één man te bespreken toehoorders is zonder meer niet te beantwoorden. Feitelijk komt elk aantal beneden circa 1000 of 2000 in aanmerking. Immers, hoe dikwijls komt het niet voor, dat we in een vergadering met 10 man lang niet alles kunnen verstaan en van slechte verstaanbaarheid moeten spreken, doordat de spreker zwak en slecht spreekt, tegen het bord spreekt, en verkeerslawaai door een geopend raam overvloedig naar binnen komt. Anderzijds zijn veel collegezalen en sommige schouwburgen van enkele honderden toehoorders voor redelijke sprekers beslist bespreekbaar. De stap van enkele honderden naar enkele duizenden is slechts 10 decibel. In uitzonderlijk gunstige omstandigheden - geen zaalakoestische tekortkomingen, spreker met uitstekende articulatie, dictie en krachtige stem - moet dit aantal dus te halen zijn; er zijn trouwens voorbeelden van. Men kàn dus dit antwoord, 1000 à 2000, geven; de architect moet dan echter doordrongen zijn van de noodzaak alles op alles te zetten om verstaanbaarheid te bereiken, d.w.z.

geen compromis met andere gebruiksdoeleinden, geen lawaai van ventilatoren, geen straatlawaai, geen krakende stoelen, enz.; zelfs dan nog zal een matige spreker onverstaanbaar zijn; ook dit moet de architect zich goed realiseren. Een zaal voor onversterkte spraak voor 1000 à 2000 personen behoort dus wel tot de mogelijkheden; het is echter weinig minder dan akoestisch koorddansen. De zaalacusticus zal dus stellig de architect moeten adviseren een toespreekinrichting in zo'n zaal te laten aanbrengen, omdat een matig spreker anders onverstaanbaar zal zijn. Zo'n inrichting is niet alleen een verzekering tegen slechte sprekers; men vergroot er tevens de gebruiksmogelijkheden van de zaal mee.

Tenslotte enkele woorden over de vraag of de spraakverstaanbaarheid in een zaal, al of niet van een toespreekinrichting voorzien, te voorspellen is, d.w.z. vooraf berekend kan worden. Het antwoord is bevestigend, hoewel toegegeven moet worden, dat nog vrij veel research verricht moet worden om de voorspelling de gewenste nauwkeurigheid te geven.

We kunnen onder de spraakverstaanbaarheid op een bepaalde stoel in een bepaalde zaal b.v. verstaan het percentage juist verstane lettergrepen aldaar. Om het tot een hoge verstaanbaarheid te brengen is het uiteraard nodig, dat alle essentiële tonen van het spraakspektrum voldoende sterk worden gehoord. Is de spraak in een bepaalde frequentieband relatief zwak, doordat het achtergrondlawaai in die band relatief hoog is of doordat de public address inrichting in die band in gebreke blijft, dan zal de verstaanbaarheid daar onder lijden. Men kan nu hopen, dat de verstaanbaarheid additief is samengesteld uit de deelverstaanbaarheden van de verschillende frequentiebanden, waarin men het totale spraakgeluid kan verdelen. Proeven met gefilterde spraak hebben helaas echter aangetoond, dat dit niet waar is. De som van de deelverstaanbaarheden is groter dan de resulterende. Deze moeilijkheid heeft geleid tot de invoering van een hulpgrootheid, de z.g. informatie-index*).

Splitst men een volwaardig spraakspektrum in twee helften, de lage resp. de hoge tonen, op zodanige wijze, dat de deelverstaanbaarheden der helften even groot zijn, dan kent men bij definitie aan elk der helften een informatie-index van 50% toe, hoewel de (gelijke) deelverstaanbaarheden 68% zijn. Elk der helften kan men weer splitsen in twee helften met gelijke

*) In de Engelse literatuur articulation-index genoemd.

verstaanbaarheid. Zo krijgt men een vierendeling in vier banden met, bij definitie, 25% informatie-index, doch met 31% gemeten deelverstaanbaarheid per band.

Op deze wijze is men erin geslaagd het gehele spraakspektrum in 20 banden van 5% informatie-index te verdelen en het verband tussen informatie-index en verstaanbaarheid te bepalen.

Voor de voorspelling van de verstaanbaarheid berekent men nu het spraakspektrum ter plaatse van de luisteraar en bepaalt door sommatie de bijbehorende informatie-index, rekening houdende met het spektrum van het achtergrondlawaai en de nagalmtijd. Vervolgens leest men bij de gevonden informatie-index de verstaanbaarheid af uit een grafiek, die het verband tussen beide grootheden weergeeft.

De hulpgrootheid informatie-index is noodzakelijk en hoogst nuttig. Bij nader inzien is het weinig minder dan verbazingwekkend, dat hij bestaat en zinvol is. Men vergelijke b.v. met andere subjectieve grootheden, zoals luidheid in sones of luidheidsniveau in foons, die vrij gecompliceerd met het spektrum samenhangen.

Resumerend zouden we kunnen stellen, dat, alhoewel de elektro-akoestische middelen wellicht reeds een hoge graad van ontwikkeling en perfektie hebben bereikt, de toepassing ervan, de voorspelling van het te verwachten resultaat, in 't algemeen de relatie elektroakoestiek-architectuur nog talrijke en belangrijke problemen opwerpt. De elektro-acustici zouden er m.i. goed aan doen het zich tot een taak te stellen deze problemen op korte termijn op te lossen en de architecten over de mogelijkheden voor te lichten.

---

*Manuscript ontvangen op 10 april 1961.*

# Grondslagen en praktijk van toespreekinrichtingen Akoestische gezichtspunten

door D. Kleis *)

Voordracht gehouden voor de Geluidstichting, het Nederlands Radiogenootschap en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIVI op 2 december 1960.

## Summary

This article is concerned with Public-Address systems for speech. These sound systems find their applications in open air, in large or reverberating auditoriums and in noisy surroundings. The author discusses the requirements which the different links in the chain between the orator and his audience have to meet.

As the orator's voice is the starting point of the chain good articulated speech is a first requirement for good intelligibility over the sound system. Compression devices, visual indication of the output level and feed-back of the output signal to the orator's ear are useful means to attain a constant average output level, independent of speech level and movements of the orator and independent of ambient noise. Directional and "noise-canceling" microphones are used to prevent reverberation andnoise in the input signal. Both to maintain the natural tone colour of the voice and to attain maximum intelligibility the frequency response of the sound system must deviate from the flat response, particularly for the low notes. Stereophonic transmission and the introduction of a small delay are means to attain localization of the sound at the orator when the loudspeakers have to be installed out of the orator's neighbourhood for reasons of visibility or to avoid acoustical feed-back.

To attain maximum efficiency of the sound system, good intelligibility and natural tone colour in open air, in large or reverberating auditoriums and in noisy surroundings the loudspeakers have to be directional and have to be pointed to the audience. A central loudspeaker group or distributed loudspeakers are used according to the circumstances. A system of distributed loudspeakers is subject to certain limitations which may be overcome by using a delay device.

A number of sound systems are mentioned in which the before mentioned principles are applied. These principles were demonstrated in the sound system used during the author's lecture.

---

*) N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven.

## 1. Inleiding

Spraak en muziek stellen verschillende, zelfs onderling tegenstrijdige eisen aan de akoestiek van een zaal. Het zou ideaal zijn indien de akoestiek van zalen, die voor het beluisteren van het gesproken woord worden gebruikt, volledig op de eisen van een goede verstaanbaarheid zou zijn afgestemd. Hoewel de architect naar dit ideaal behoort te blijven streven is het vaak niet te verwezenlijken. Het gebouw met alle voorzieningen die daarin nodig zijn is dermate kostbaar, dat men zeker in kleinere plaatsen daarin uitvoeringen van zeer uiteenlopende aard, spraak en muziek, moet kunnen geven. Het is dan mogelijk met elektro-akoestische middelen de optredende akoestische moeilijkheden op te lossen en spraak en muziek beide tot hun recht te doen komen.

De nu volgende beschouwingen zijn gewijd aan deze elektro-akoestische middelen en dan in het bijzonder aan die inrichtingen die zijn bedoeld voor het gesproken woord. Deze zullen verder worden aangeduid met de naam: 'Toespreekinrichtingen'.

De functie van een toespreekinrichting is de ondersteuning van de menselijke stem met het doel een zo goed mogelijke verstaanbaarheid te verwezenlijken. De eisen waaraan een dergelijke inrichting moet voldoen komen het best naar voren uit een nadere beschouwing van de bij spraakweergave optredende problemen. Men kan daarbij de volgende gevallen onderscheiden:

1. *Geluidsdistributie*, het gelijktijdig weergeven van spraak in verschillende ruimten.

Voorbeelden van deze inrichtingen zijn die voor het doorgeven van mededelingen op stations, op sportvelden en in warenhuizen. De spreker bevindt zich daarbij meestal in een afzonderlijke spreekcel. Ook de meeluisterinrichtingen in theaters, die het o.a. de artisten in de kleedkamers en te laat gekomen bezoekers in de foyer mogelijk maken de voorstelling te volgen, behoren hiertoe.

2. *Spraak in de open lucht*

Het akoestisch vermogen van de menselijke stem is slechts zeer gering.

Dit blijkt uit de volgende gegevens van normale spraak [1]).

| | Niveau op 1 m afstand dB t.o.v. $10^{-12}\,W/m^2$ | Gemiddeld vermogen | Gemiddeld vermogen overschreden door 1% van de lettergrepen | Piek-vermogen overschreden in 1% van de lettergrepen |
|---|---|---|---|---|
| Mannenstem | 64 | $34\,\mu W$ | $230\,\mu W$ | $3600\,\mu W$ |
| Vrouwenstem | 61 | $18\,\mu W$ | $150\,\mu W$ | $1800\,\mu W$ |

Zouden alle inwoners van Nederland, 11 millioen mensen, tegelijk normaal spreken dan zouden zij samen slechts een akoestisch vermogen van ca. 25 *W* leveren! Het is dan ook niet verwonderlijk dat in de open lucht de verstaanbaarheid van de menselijke stem reeds op enkele meters afstand onvoldoende is als gevolg van te geringe luidheid. Om een goede verstaanbaarheid op grotere afstand te bereiken moet de stem dus versterkt worden.

Het is daarbij om verschillende redenen gewenst het geluid van de toespreekinrichting te richten.

a. Indien het geluid van de luidspreker door de microfoon wordt opgevangen treedt akoestische terugkoppeling op, waardoor bepaalde tonen naklinken ('pingelen') of de inrichting zelfs kan gaan oscilleren met een bepaalde voorkeursfrequentie ('rondzingen'). Het luidsprekergeluid dient daarom zo gericht te worden, dat het zo weinig mogelijk door de microfoon wordt opgevangen.
b. Het geluid dient beperkt te worden tot de luisteraars om daarbuiten niet te storen.
c. Door het geluid te beperken tot waar het nodig is beperkt men het versterkervermogen. Dit is vooral van belang bij geluidsvoorziening van grote oppervlakken.

De functie van de toespreekinrichting is in dit geval zowel het versterken van het vermogen van de stem als het op de juiste wijze distribueren van het versterkte geluid.

### 3. *Spraak in een grote zaal*

Hierbij kan, evenals in de open lucht, het geringe vermogen

[1]) Knudsen-Harris. Acoustical Designing in Architecture 1950. p. 41.

van de stem en dus de te geringe luidheid de oorzaak zijn van onvoldoende verstaanbaarheid. Vaak is echter de verstaanbaarheid voor in de zaal goed doch wordt naar achter slechter doordat de hoge tonen, die het meest tot de verstaanbaarheid bijdragen, op hun weg over het publiek heen veel sterker worden geabsorbeerd dan de lage tonen. Hoewel dan achter in de zaal de luidheid, die voornamelijk door de lagere tonen wordt bepaald, nog ruim voldoende is zal men toch moeite hebben om het gesprokene te verstaan.

De toespreekinrichting zal nu alleen dat deel van het spectrum behoeven aan te vullen, dat ter plaatse ontbreekt of te zwak is. Er is dus geen sprake van echte versterking doch van het herstellen van de juiste verhoudingen in het spectrum. Daarbij dient het aanvullende geluid te worden gericht naar de plaatsen waar die aanvulling nodig is en weer zo weinig mogelijk naar de microfoon om akoestische terugkoppeling te voorkomen.

4. *Spraak in een galmende zaal*

Hier is ook de luidheid meestal wel voldoende doch de verstaanbaarheid is slecht doordat de nagalm de opeenvolgende spraakklanken ineen doet vloeien (Fig. 1a). Het directe geluid van de spreker neemt naar achter toe af, het indirecte nagalmende geluid is vrijwel overal in de zaal even sterk. Vanaf een bepaalde plaats zal de verstaanbaarheid dus in de galm ondergaan.

De toespreekinrichting moet nu zoveel aanvullend geluid richten naar die plaatsen waar het directe geluid te zwak is, dat het weer boven het nagalmgeluid uit komt (Fig. 1b). Het nagalmende geluid, dat de spreker zelf opwekt blijft constant.

De toespreekinrichting draagt tot het nagalmende geluid vrijwel niet bij indien het geluid van de luidsprekers op de luisteraars wordt gericht - waar het een sterke absorptie ondervindt - en de akoestisch harde wanden daarvan zoveel mogelijk worden uitgesloten [2]). Uiteraard zal ook zo weinig mogelijk geluid naar de microfoon dienen te worden gericht.

---

[2]) Philips Techn. T. **20**, 271, 1958.

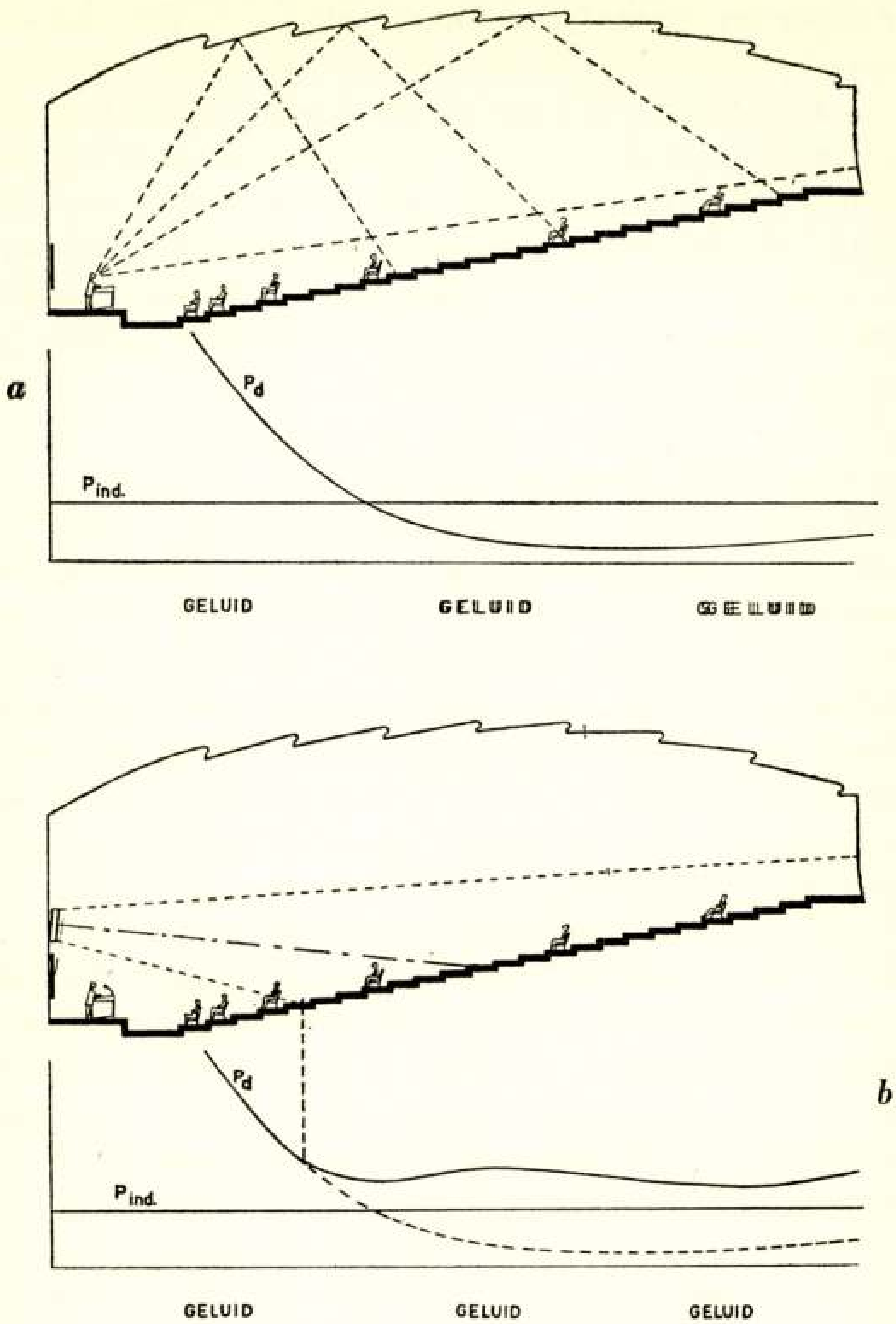



Fig. 1

*a*) Een spreker in een grote zaal met akoestisch harde wanden (lange nagalmtijd) is op de voorste rijen nog verstaanbaar, maar verder naar achteren bederft het te sterke indirecte geluid de verstaanbaarheid (vgl. de krommen die als functie van de afstand tot de spreker, de geluidsdrukken $P_d$ van het directe en $P_{ind}$ van het indirecte geluid weergeven).

*b*) Met behulp van een groep luidsprekers, die het geluid gebundeld op de achterste helft van de zaal richt, kan men $P_d$ overal in de zaal zo groot in verhouding tot $P_{ind}$ maken dat de spreker op alle rijen goed verstaan wordt.

Overgenomen uit: Philips Techn. T. **20**, 263-281, 1958.

5. *Spraak in een lawaaiige ruimte*

De verstaanbaarheid kan sterk worden gemaskeerd door lawaai, vooral door die spectrale componenten van het lawaai die de formantgebieden van de spraak overdekken. De formanten zijn voor spraakklanken karakteristieke groepen van hoge tonen, die het meest tot de verstaanbaarheid bijdragen. De toespreekinrichting dient nu de formantgebieden aan te vullen zodat deze weer boven het stoorgeluid uit komen en de verstaanbaarheid hersteld wordt. De aanvulling is dus weer beperkt tot de hoge tonen.

Uit de voorgaande beschouwingen kunnen de eisen die aan een toespreekinrichting worden gesteld als volgt worden samengevat:

a. De microfoon moet zo goed mogelijk de spreker en zo weinig mogelijk stoorgeluid (galm en lawaai) opvangen.
b. De luidsprekers moeten het geluid richten naar die plaatsen waar aanvulling nodig is en andere plaatsen (microfoon, harde wanden) daarvan zoveel mogelijk uitsluiten.
c. De frequentiekarakteristiek is een functionele eigenschap van de toespreekinrichting die aangepast moet worden aan de omstandigheden om de beste prestatie te krijgen. In 4 van de 5 behandelde gevallen is daartoe een verzwakking van de lage tonen noodzakelijk. Een vlakke frequentiekarakteristiek is dus zeker geen kwaliteitscriterium voor een toespreekinrichting.

In de toespreekketen van spreker tot luisteraars zijn 3 schakels te onderscheiden:

1. De spreker, die in een spreekruimte met een bepaalde akoestiek tot de microfoon spreekt.
2. De elektrische tussenschakel van de microfoon over de versterker naar de luidspreker.
3. De luidspreker die in een weergeefruimte met een bepaalde akoestiek geluid tot de luisteraars richt.

Deze schakels zullen nu achtereenvolgens nader worden beschouwd.

## 2. Spreker voor een toespreekinrichting

De kenmerken van een goede spreker zijn: duidelijke articu-

latie, een constant voldoende maar niet overdreven gemiddeld spreekniveau, duidelijke maar niet overdreven dynamiek en een goed gekozen tempo. De toespreekinrichting kan een te laag gemiddeld spreekniveau van een spreker met een zwakke stem verbeteren, een overdreven dynamiek tot de juiste verhoudingen terugbrengen en het naar het einde van een voordracht dalende spreekniveau van een vermoeide spreker op peil houden. De articulatie en het spreektempo kan de inrichting evenwel niet verbeteren. Daarom dient met nadruk te worden vastgesteld dat een toespreekinrichting voor de spreker een hulpmiddel is om hem verstaanbaar te maken onder omstandigheden waar de spreker dat zelf niet meer kan maar dat een toespreekinrichting beslist geen panacee voor slechte sprekers is. De spreker moet normaal tot zijn luisteraars spreken zoals hij dat zonder toespreekinrichting zou doen.

Het spreken voor de microfoon eist van de spreker echter toch enige "spreekdiscipline". Hij dient er zich van bewust te zijn, dat bij de betrekkelijk kleine spreekafstand tot de microfoon de afstandvariaties tot de microfoon als gevolg van zijn bewegingen overdreven sterk als luidheidsvariaties tot uiting zullen komen.

Een ander belangrijk punt is dat een toespreekinrichting zo dient te zijn ontworpen, dat de microfoon weinig van het luidsprekergeluid ontvangt. Daardoor zal de spreker achter de microfoon de luidsprekers ook vrijwel niet horen. Het is een veel voorkomende maar slechte sprekersgewoonte om dan op de microfoon te gaan tikken, in de microfoon te blazen e.d., voor het publiek bijzonder storende geluiden die achterwege dienen te blijven. Ook is er de neiging bij vele sprekers om de luidheid zo hoog te willen hebben, dat zij het luidsprekergeluid zelf goed horen. Het enige resultaat is een onnatuurlijke, 'boemende' spraakweergave in de zaal, bijgeluiden door akoestische terugkoppeling en klachten over de toespreekinrichting. Er kan niet genoeg nadruk worden gelegd op het feit, dat een goede toespreekinrichting de verstaanbaarheid verbetert maar niet door de luisteraars dient te worden opgemerkt. Daarvoor is de luidheidsinstelling vrij kritisch. Een te hoge luidheid geeft een onnatuurlijke klankkleur en verraadt de aanwezigheid van de toespreekinrichting.

Het is bijzonder toe te juichen, dat verschillende grote organisaties spreekcursussen organiseren voor medewerkers die vaak voor de microfoon moeten spreken b.v. voor het doen van aan-

kondigingen aan het publiek. Het ware te wensen, dat kennis van de spreektechniek voor de microfoon een vaste regel zou zijn voor alle sprekers die zich regelmatig via een toespreekinrichting tot het publiek richten. De kwaliteit die de toespreekinrichting kan geven zou daardoor zeer veel beter tot haar recht komen.

Als enerzijds van de spreker enige spreekdiscipline wordt gevraagd, mag anderzijds van de toespreekinrichting worden verwacht, dat zij aan de spreker bepaalde faciliteiten geeft en hem niet beperkt in een noodzakelijke bewegingsvrijheid. Daarbij kan men vaak met zeer eenvoudige middelen het de spreker belangrijk gemakkelijker maken.

Zo is b.v. een juiste akoestiek van de spreekcel van groot belang. Deze moet zodanig zijn, dat de spreker zich daarin op zijn gemak voelt en controle over zijn eigen stem heeft. In een akoestisch te sterk gedempte spreekcel hoort de spreker zichzelf te weinig, heeft daardoor de indruk, dat het publiek hem niet hoort en gaat zich nodeloos vermoeien door te luid spreken, wat aan zijn spreekprestaties niet ten goede komt. Anderzijds is een te galmende spreekcel voor de verstaanbaarheid zeer nadelig. De galm die reeds in het luidsprekersignaal aanwezig is stoort nog meer dan de galm van de weergeefruimte omdat de luisteraar deze galm niet ruimtelijk van de spraak kan onderscheiden. Hetzelfde geldt voor storend geluid in de spreekcel. Deze moet daarom een voldoende afscherming van omgevingslawaai geven.

Het bekende rode signaallampje op de microfoon kan de onrust van de spreker wegnemen over het al of niet in bedrijf zijn van de toespreekinrichting. De aanwijzing dat de inrichting werkt voorkomt ook, dat niet voor het publiek bedoelde woorden worden doorgegeven. In die gevallen waarin de spreker de inrichting niet zelf in de spreekcel in werking stelt is een drukknop voor het uitschakelen van de microfoon ("kuchschakelaar") meestal een door de spreker zeer gewaardeerde voorziening.

Beter nog dan het rode signaallampje is een gasontladingslampje (neonlampje) in de spreekcel, dat is aangesloten op de luidsprekeruitgang van de toespreekinrichting. Daar het lampje een bepaalde doorslagspanning heeft kan de schakeling zo worden gemaakt, dat het lampje flikkert bij voldoende luidheid en de spreker zo een directe controle geeft over het uitgaan van de mededeling en over zijn spreekniveau.

Soms bevindt de spreker zich in een ruimte met een zo hoog lawaainiveau, dat hij zichzelf niet kan horen en daardoor geen controle heeft over zijn spreekniveau. Dit is b.v. dikwijls het geval in machinekamers, elektrische centrales, weverijen, papierfabrieken e.d. Men zal dan uiteraard een microfoon toepassen die aan het geluid van de spreker voorkeur geeft boven het omgevingslawaai ("noise-canceling" microfoon). Dit helpt de spreker echter nog weinig. Hij zal toch trachten zó luid te spreken, dat hij zichzelf hoort en zich weer nodeloos moeten inspannen. Het is dan nuttig om een micro-telefoonhouder te gebruiken als die van een normaal telefoontoestel, waarin niet alleen een microfoon is gemonteerd maar ook een telefoon die op de luidsprekeruitgang van de toespreekinrichting is aangesloten. Uit proeven van het Instituut voor Perceptie-onderzoek van de Technische Hogeschool in Eindhoven is gebleken, dat een goede dosering van het aan de spreker teruggeleverde geluid het spreekniveau zeer bevredigend kan stabiliseren op de gewenste waarde, die met normaal spreken overeenkomt. Daarbij is dan nog het extra voordeel, dat de spreker directe controle heeft op het uitgaan van de mededeling en verder, dat de microfoon altijd op vrijwel dezelfde afstand besproken wordt.

Het is verder zeer nuttig om de versterker van een niveau-stabilisatie-inrichting te voorzien. Deze houdt het uitgangsniveau vrijwel constant als het ingangsniveau maar een bepaalde grenswaarde overschrijdt. Variaties in spreekluidheid en variaties in de afstand tot de microfoon komen daardoor veel minder in het uitgangsniveau tot uiting, terwijl overbelasting van de versterker uitgesloten is. De niveau-stabilisatie heeft voor de meeste toespreekinrichtingen voordelen. De luisteraars profiteren van het gelijkmatige geluidsniveau, de spreker van grotere bewegingsvrijheid. Bijzondere voordelen heeft de niveau-stabilisatie voor toespreekinrichtingen in ruimten met hoog stoorniveau, waar een niveaudaling van enkele decibels reeds tot slechte verstaanbaarheid leidt. De inrichting kan dan zo worden ingesteld, dat de normale spreekdynamiek van circa 10 dB tot een geringere waarde wordt teruggebracht, zodat in het hoge stoorniveau geen zinsdelen wegvallen. Daar overbelasting van de versterker uitgesloten is kan men in moeilijke gevallen steeds het volledige uitgangsvermogen van de inrichting benutten.

De nieuwe geluidsinrichting op het Centraal Station te Amsterdam is met een niveau-stabilisator uitgerust. In de spreek-

cabine zijn de bovengenoemde flikkerlampjes aangebracht op alle luidsprekerkanalen.

## 3. Microfoon en microfoonopstelling

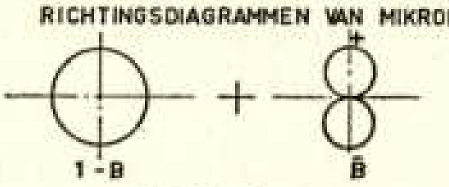
De problemen die samenhangen met het dicht bij de microfoon spreken kunnen door de niveau-stabilisatie worden opgelost. Veel moeilijker zijn de problemen die optreden bij het ver van de microfoon spreken. Dit geval doet zich voor als de spreker een zeer grote bewegingsvrijheid moet hebben, b.v. de acteurs bij een toneelvoorstelling. Toneelinstallaties in grote theaters met een groot speeltoneel vormen dan ook een van de moeilijkste akoestische problemen.

De microfoon vangt behalve het geluid van de spreker ook de nagalm van de zaal en omgevingsgeruis op. De verhouding van nuttig en storend geluid wordt ongunstiger naarmate verder van de microfoon wordt gesproken. Luistert men direct naar de spreker dan kan de luisteraar door het vermogen tot richtinghoren nog ruimtelijk onderscheiden tussen de spreker en de van rondom komende stoorgeluiden. Worden deze stoorgeluiden echter door de microfoon opgevangen dan worden spraak en stoorgeluid samen door de luidspreker weergegeven en vervalt het ruimtelijk onderscheid. De verstaanbaarheid kan daardoor belangrijk slechter worden. Bovendien bevat het nagalmgeluid van de zaal ook het geluid van de luidsprekers, zodat het opvangen van dit geluid door de microfoons evenals het direct opvangen van het luidsprekergeluid tot akoestische terugkoppeling leidt. De enige oplossing voor dit probleem is om microfoons met een voorkeursrichting te gebruiken en deze op de spreker te richten.

Als voorbeeld van de eigenschappen van microfoons met een voorkeursrichting zijn in de tabel van fig. 2 deze eigenschappen samengevat voor de groep microfoons die ontstaat door combinatie in bepaalde verhoudingen van een rondomgevoelige microfoon (drukmicrofoon) en een microfoon met achtvormige richtingskarakteristiek (drukgradiënt-microfoon). Uit deze reeks biedt de hypercardioïde-microfoon de beste mogelijkheden om nagalm en andere stoorgeluiden onwerkzaam te maken. De microfoon is voor deze van rondom komende geluiden 6 dB ongevoeliger dan voor geluid uit de voorkeursrichting (zesde kolom). Voor toneelinstallaties is van belang, dat deze microfoon, op het toneel gericht, voor geluid uit de richting van de

zaal 12 dB ongevoeliger is dan voor geluid uit de richting van het toneel (zevende kolom).

RICHTINGSDIAGRAMMEN VAN MIKROFOONS




$g_\varphi = 1 - B + B \cos \varphi$

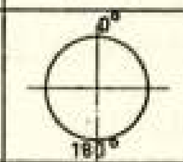
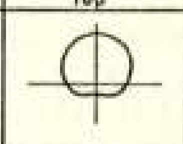
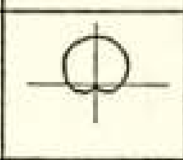
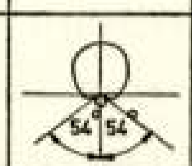
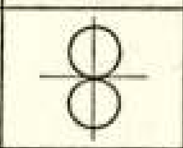
| MIKROFOONTYPE | RICHTINGS-DIAGRAM | B | GEVOELIGHEIDSVERHOUDING IN dB $\frac{g_{0°}}{g_{90°}}$ | $\frac{g_{0°}}{g_{180°}}$ | $\frac{g_{0°}}{g_{rondom}}$ | $\frac{g_{voor}}{g_{achter}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RONDOMMIKROFOON (DRUKMIKROFOON) |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HYPO-CARDIOÏDE MIKROFOON |  | 0,37 | 4,0 | 11,8 | 3,5 | 5,2 |
| CARDIOIDE-MIKROFOON |  | 0,5 | 6,0 | ∞ | 4,8 | 8,4 |
| HYPER-CARDIOÏDE MIKROFOON |  | 0,63 | 8,6 | 11,8 | 5,8 | 11,6 |
| ACHT-MIKROFOON (DRUK GRADIENT-MIKR. |  | 1,0 | ∞ | 0 | 4,8 | 0 |

Fig. 2

Overzicht van de eigenschappen van de microfoons die ontstaan door combinatie met verschillende waarden van $B$ van een rondomgevoelige microfoon (drukmicrofoon) met gevoeligheid ($1$-$B$) en een microfoon met achtvormige richtingskarakteristiek (drukgradiënt-microfoon) met gevoeligheid $B$.

In de gegeven kolommen is aangegeven:

$\frac{g_{0°}}{g_{90°}}$ : verhouding van de gevoeligheden onder 0° (voorkeursrichting) en 90°

$\frac{g_{0°}}{g_{180°}}$ : verhouding van de gevoeligheden onder 0° (voorkeursrichting) en 180°

$\frac{g_{0°}}{g_{rondom}}$ : verhouding van de gevoeligheid onder 0° (voorkeursrichting) en de gevoeligheid voor diffuus van rondom komend geluid.

$\frac{g_{voor}}{g_{achter}}$ : verhouding van de gevoeligheid voor diffuus geluid in de voorste halfruimte en de gevoeligheid voor diffuus geluid in de achterste halfruimte.

Voor nog grotere spreekafstand, in het bijzonder voor toneelinstallaties, kunnen microfoonzuilen worden toegepast. Een mi-

crofoonzuil bestaat uit een aantal boven elkaar geplaatste, gelijke microfoons, die met gelijke fase zijn aangesloten. Geluid uit een richting loodrecht op de verbindingslijn van de microfoons wordt door alle in dezelfde fase ontvangen, voor geluid uit andere richtingen is er een faseverschil. De zuil heeft dus de grootste gevoeligheid voor geluid uit deze richting. De richtingskarakteristiek vertoont in het vertikale vlak een hoofdmaximum en een reeks nevenmaxima, gescheiden door 'nulrichtingen' (fig. 3). In het horizontale vlak is de richtingskarakteristiek dezelfde als die van een enkele microfoon uit de zuil. De zuil legt dus a.h.w. een gevoeligheidsscherm over het toneel. Evenals van een luidsprekerzuil wordt het richteffect scherper met toenemende frequentie.

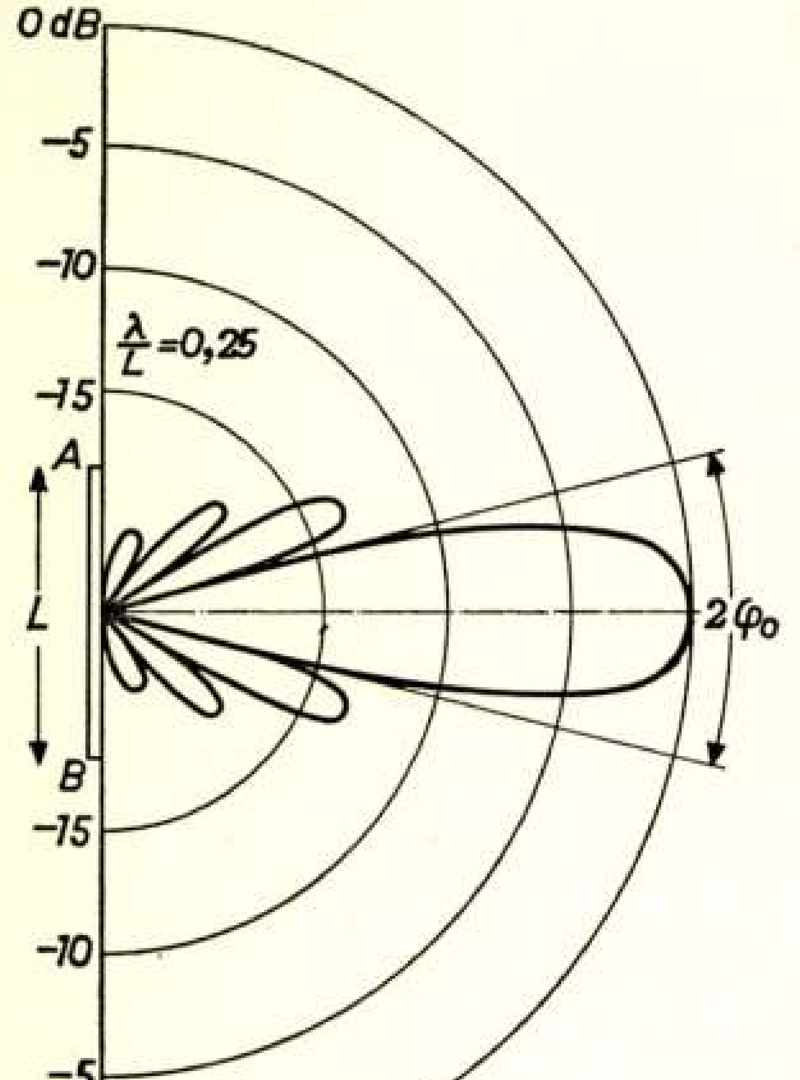



Fig. 3

Richtingsdiagram van een microfoon- of luidsprekerzuil *AB* in het vertikale symmetrievlak voor één frequentie van het geluid. De gevoeligheid van de microfoonzuil en de geluidsstraling van de luidsprekerzuil is vrijwel beperkt tot een hoek $\varphi_0$ ter weerszijden van het middelloodvlak van de zuil. De openingshoek is kleiner naarmate de frequentie hoger en de zuil langer is.

Overgenomen uit: Philips Techn. T. **20**, 263-281, 1958.

Andere microfoons met scherper richteffect zijn de microfoons van hogere orde, die bestaan uit meerdere microfoons op een kleine afstand van elkaar en onderling in tegenfase.

Al deze middelen voeren alleen dan tot het doel als de spreker in de richting van de microfoon spreekt. Moet hij zich van de microfoon afkeren, b.v. om op een bord te schrijven of toelichting te geven op projectieplaatjes, dan kan alleen een meegedragen microfoon (in de hand gehouden, op de kleding of om de hals bevestigd) uitkomst brengen. Om de spreker volledige vrijheid van beweging te geven wordt dan vaak een draadloze microfoon toegepast, in feite een kleine mobiele radiozender en een vast opgestelde ontvanger. Een bezwaar hiervan is soms dat de toespreekin-

richting ook buiten de zaal kan worden opgevangen. Bovendien kunnen 2 microfoons niet gelijktijdig op dezelfde golflengte werken omdat zij dan onderlinge interferentie geven.

Voor een spreker in een zeer hoog lawaainiveau (b.v. in een elektrische centrale of machinekamer) zijn de tot nu toe besproken middelen onvoldoende. Men maakt dan gebruik van z.g. "noise-canceling" microfoons. De werking hiervan berust

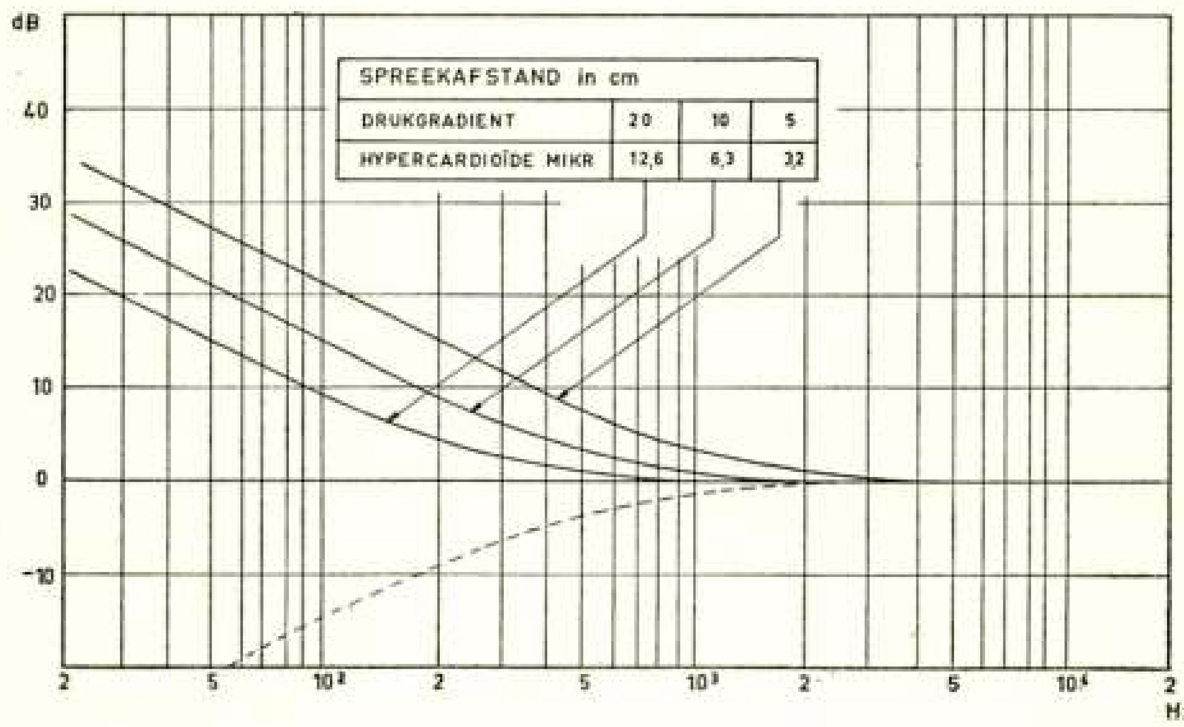



Fig. 4

Nabijheidseffekt van de drukgradiënt- en de hypercardioïde-microfoon. De gevoeligheid van deze microfoons stijgt vanaf een bepaalde frequentie naar de lage tonen toe met 6 dB/octaaf. De overgangsfrequentie, waar de gevoeligheid 3dB is toegenomen, is omgekeerd evenredig met de spreekafstand. In de figuur zijn voor verschillende spreekafstanden frequentiekarakteristieken aangegeven voor microfoons waarvan de frequentiekarakteristiek voor grote spreekafstand vlak is. Het effect kan voor een bepaalde spreekafstand door een filter worden geëgaliseerd (in de figuur 10 cm voor de drukgradiënt- en 6,3 cm voor de hypercardioïde-microfoon). De microfoon krijgt dan voor van ver af komend geluid een naar de lage tonen dalende frequentiekarakteristiek ("noise-canceling" microfoon).

op het feit, dat van microfoons met een drukgradiënt-karakter de frequentiekarakteristiek voor de lage tonen sterker gaat oplopen naarmate de spreekafstand kleiner is (fig. 4). Dit kan men voor een bepaalde spreekafstand b.v. 5 cm. compenseren door een elektrisch of akoestisch filter. De frequentiekarakteristiek wordt dan voor de spreker weer vlak doch voor het van groter afstand komende lawaai daalt de frequentiekarak-

teristiek nu naar de lage frequenties toe. Daar de voornaamste bijdrage tot lawaai vrijwel steeds door de lage tonen wordt geleverd, wordt hiermede een belangrijk deel van het opgevangen lawaai onwerkzaam gemaakt. De spreker is dan op drieërlei wijze in het voordeel boven het omgevingslawaai: door het dicht bij de microfoon spreken is het spreekniveau aan de microfoon zeer hoog, hij spreekt in de voorkeursrichting van de microfoon en deze verwerpt bovendien nog extra de lage tonen van het lawaai. Het is met een dergelijke microfoon mogelijk zonder storing te spreken in een lawaainiveau van van 115 dB. Het eerder genoemde meeluisteren door middel van een telefoon is daarbij voor controle van de eigen stem onontbeerlijk.

## 4. Frequentiekarakteristiek

In de Inleiding kwam reeds naar voren, dat de optimale frequentiekarakteristiek voor een toespreekinrichting in het algemeen niet vlak is doch dat in het algemeen een grotere of kleinere verzwakking van de lage tonen nodig is om de best mogelijke verstaanbaarheid te verkrijgen. Dit hangt samen met het feit, dat de verstaanbaarheid voornamelijk wordt gegeven door karakteristieke groepen van boventonen van de spraakklanken, de formanten.

In fig. 5 is enerzijds aangegeven welk percentage van het akoestisch vermogen van spraak door de spraakcomponenten in het spectrum beneden een bepaalde frequentie wordt bijgedragen, anderzijds is het spectrum in 10 gebieden verdeeld die ieder 10% tot de verstaanbaarheid bijdragen. Daaruit blijkt, dat het deel van het spectrum beneden 1000 Hz 95% tot het vermogen doch slechts 25% tot de verstaanbaarheid bijdraagt terwijl het deel van het spectrum boven 1000 Hz slechts 5% van het vermogen doch 75% van de verstaanbaarheid levert. Een verzwakking van de lage tonen met b.v. 6 dB/octaaf vanaf 1000 Hz zal dus aan een spraaksignaal wel vrijwel al het vermogen onttrekken doch aan de verstaanbaarheid nauwelijks iets af doen.

Het is nu nuttig om na te gaan welke redenen het verzwakken van de lage tonen in een toespreekinrichting wenselijk en meestal zelfs noodzakelijk maken.

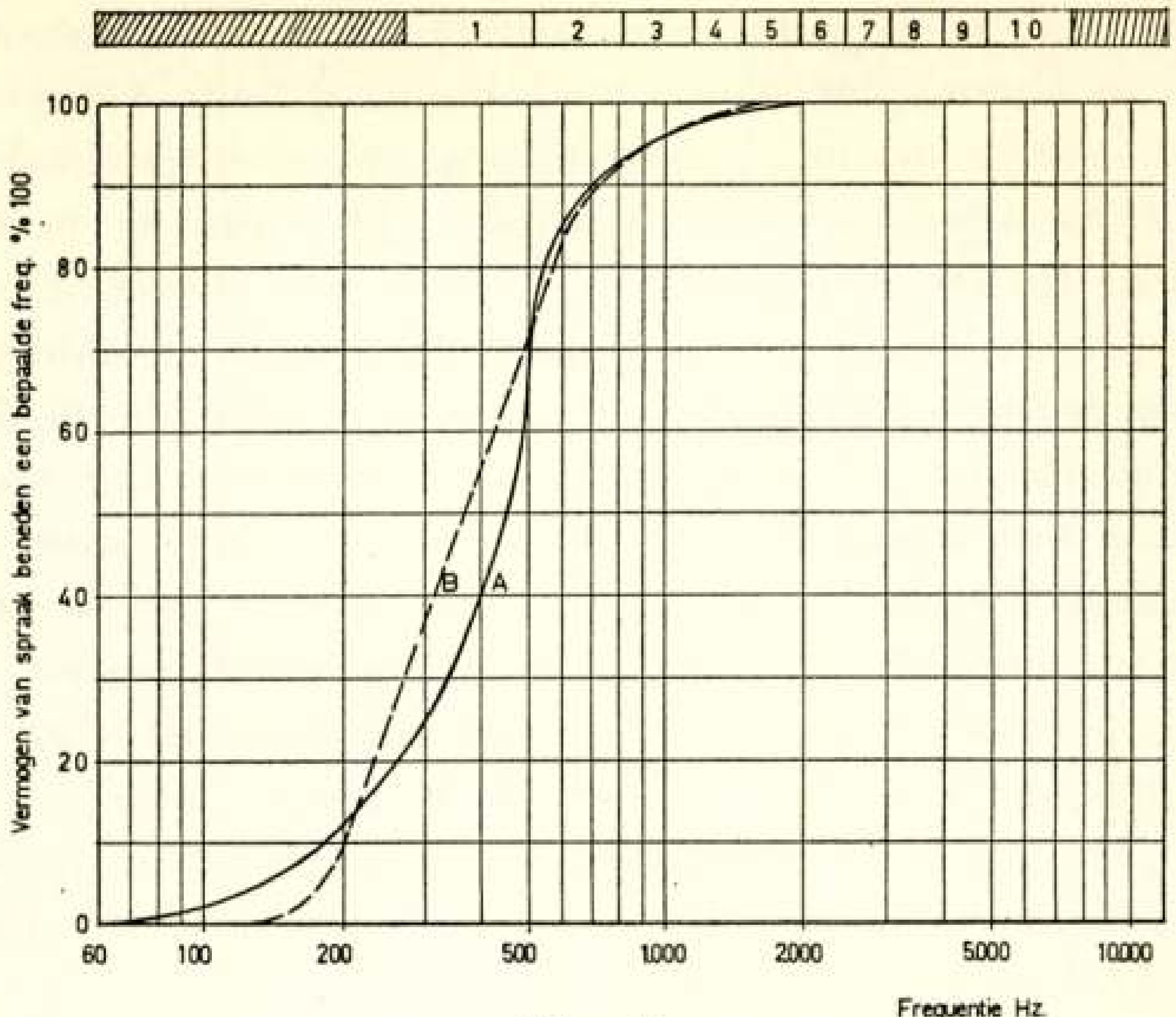



Fig. 5

Vermogen en verstaanbaarheid van spraak.

*A*) Mannenstem, totaal vermogen 34 $\mu W$

*B*) Vrouwenstem, totaal vermogen 18 $\mu W$

In de figuur is aangegeven het percentage van het spraakvermogen, dat door het deel van het spectrum beneden een bepaalde frequentie wordt bijgedragen. In de horizontale balk zijn 10 gebieden in het spectrum aangegeven die evenveel tot de verstaanbaarheid bijdragen. De gearceerde gebieden dragen niet tot de verstaanbaarheid bij.

Overgenomen uit Knudsen-Harris Acoustical Designing in Architecture 1950 p. 42-43.

1. *De afhankelijkheid van de geluidsabsorptie van de frequentie*

De geluidsabsorptie neemt in het algemeen naar hogere frequenties toe. Bij voortplanting van geluid over publiek in een grote zaal of in de open lucht zullen daarom de hoge tonen gaandeweg verdwijnen. Terwijl de luidheid dan nog ruim voldoende is, is de verstaanbaarheid slecht geworden. Om de verstaanbaarheid te herstellen behoeven alleen de hoge tonen weer te worden aangevuld. De luidheid neemt daarbij niet merkbaar toe, zodat de toespreekinrichting door de luisteraars onopgemerkt blijft. Zou men niet alleen de hoge tonen toevoegen, doch het complete spectrum dan zou de luidheid wel toenemen en bovendien de klankkleur onnatuurlijk worden door een teveel aan lage tonen. Bij geluidsvoortplanting over grote

afstand, waar men in de open lucht vaak mee te maken heeft, is nog van belang dat boven 2000 Hz de geluidsabsorptie door de lucht snel toeneemt. Men moet daar dus extra hoge tonen naar het publiek op grotere afstand richten om de natuurlijke klankkleur te handhaven.

Tengevolge van de naar de lage tonen toe afnemende geluidsabsorptie zal de nagalm in het algemeen naar de lage tonen toenemen. In het nagalmgeluid van de meeste zalen zullen de lage tonen dus overdreven sterk zijn en ook het meest de verstaanbaarheid storen. Daarom zal men bij weergave uit een galmende ruimte de lage tonen moeten verzwakken om de natuurlijke klankkleur te herstellen en de nagalmstoring van de verstaanbaarheid van het geluid te beperken en bij weergave in een galmende ruimte de lage tonen moeten verzwakken ter compensatie van het feit, dat de lage tonen door de akoestiek van de zaal worden bevoordeeld.

## 2. *De afhankelijkheid van de bundeling van geluid van de frequentie*

Een plat stralend oppervlak (luidsprekerzuil of mond van een hoorn) bundelt het geluid sterker naarmate de afmetingen groter zijn ten opzichte van de golflengte, dus naarmate de frequentie hoger is.

Voor een bepaalde luidsprekerzuil of -hoorn is er dus een grensfrequentie aan te geven waar beneden de luidspreker het geluid voor de toespreekinrichting onvoldoende bundelt. Dit is vooral van belang in galmende ruimten met akoestisch harde wanden. Indien immers de luidspreker het geluid niet meer beperkt tot de luisteraars maar het geluid ook de harde wanden treft gaat de toespreekinrichting niet meer alleen het directe maar ook het nagalmgeluid versterken.

De luidsprekers in een toespreekinrichting zijn meestal zo opgesteld dat de luidspreker de luisteraars omvat in een bundel met een verticale openingshoek van 15 tot 30°. De bundeling door de luidspreker zal daarom in het algemeen nog voldoende zijn als het geluid in hoofdzaak binnen deze bundel wordt uitgestraald. Men kan uit de richtingskarakteristiek van een luidsprekerzuil (figuur 3) berekenen, dat de frequentie, waarbij voor een zuil met een lengte van $L$ de intensiteit $\pm 15^\circ$ buiten de hoofdrichting 3 dB is gedaald, gegeven is door:

$$f = \frac{600}{L} \qquad (f \ldots\ldots Hz,\ L \ldots\ldots m)$$

Om in een toespreekinrichting van de bundelende werking van een zuil volledig te profiteren moet men de lage tonen beneden deze frequentie met 6 dB/octaaf verzwakken. De grensfrequentie is dus voor een zuil van 1 m lengte ca. 600 Hz, voor een zuil van 2 m lengte 300 Hz.

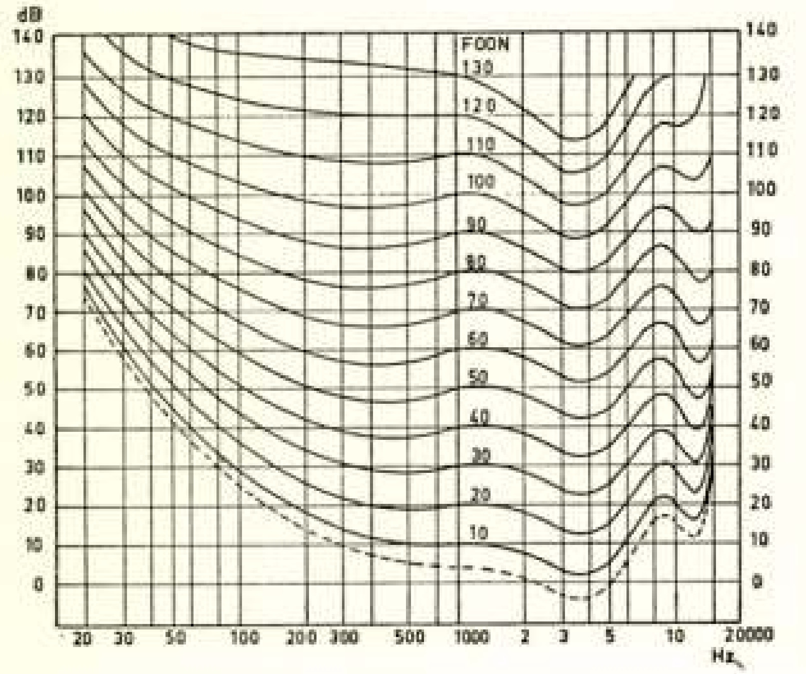



Fig. 6

Isofonen (lijnen van gelijke luidheid) voor 2-orig horen. De isofonen geven als functie van de frequentie aan welk geluidsniveau in dB t.o.v. $2.10^{-5}$ N/m$^2$ (0,0002 dyne/cm$^2$) een zuivere toon moet hebben om een bepaald luidheidsniveau in foon op te wekken. Zij geven dus het verband tussen het fysisch verschijnsel (geluidsdruk) en de subjectieve waarneming (luidheid). De onderste (onderbroken aangegeven) lijn is de gehoorgrens.

(Isofonendiagram ontleend aan ISO-Publikatie No. 352).

## 3. *Fysiologie van het gehoor*

In een rustige omgeving is een spreekniveau van 64 dB normaal (zie tabel blz. 193). In een grote zaal met veel publiek is er onvermijdelijk een hoger stoorniveau, vooral als het publiek op een voorstelling reageert. In de open lucht is er vaak nog wat verkeerslawaai, windgeruis enz. Dit alles maakt dat het geluidsniveau van de toespreekinrichting veelal hoger zal moeten zijn dan 64 dB. Bij hoger geluidsniveau worden echter de lage tonen door de fysiologie van het gehoor relatief te sterk waargenomen, waardoor de spraak een onnatuurlijke klankkleur krijgt. Uit het isofonendiagram van fig. 6 kan worden afgeleid hoeveel de lage tonen relatief moeten worden verzwakt om de natuurlijke klankkleur te behouden. Deze correctie bedraagt:

| Geluidsniveau | Correctie | |
|---|---|---|
| | 200 Hz | 100 Hz |
| 65 dB | 0 dB | 0 dB |
| 75 dB | 1 dB | −2 dB |
| 80 dB | −2 dB | −3 dB |

In het algemeen kan als richtlijn aangenomen worden, dat voor een goede verstaanbaarheid het spreekniveau 6 dB hoger moet zijn dan het stoorniveau als het stoorniveau niet hoger is dan 74 dB [3]).

### 4. *Zeer hoog stoorniveau*

Bij een stoorniveau van meer dan 74 dB kan niet meer gesproken worden van natuurlijke geluidsweergave. Men moet dan alle krachten inspannen om een redelijke verstaanbaarheid te bereiken. Daarbij is het weergeven van die spraakcomponenten die niet of weinig tot de verstaanbaarheid bijdragen van geen enkel belang. Deze dragen alleen maar tot het stoorniveau bij. Beter kan men zich beperken tot het weergeven van de formantgebieden van de spraak, dus de hoge tonen om deze gebieden zo mogelijk 6 dB boven het stoorniveau in dit deel van het spectrum te krijgen.

Daarbij heeft men het voordeel dat door het afsnijden van de lage tonen slechts 5 tot 10% van het spraakvermogen overblijft. Men kan nu het gehele versterkervermogen benutten om het voor de verstaanbaarheid belangrijke gebied weer te geven en voor dit gebied een niveau bereiken dat 10 tot 13 dB hoger is dan zonder afsnijden van de lage tonen met dezelfde versterker mogelijk zou zijn geweest. Daar een verschil van 6 dB hier over goede of slechte verstaanbaarheid beslist, is deze winst van groot belang voor oproep- en commando-inrichtingen in centrales, machinekamers en soortgelijke lawaaiige ruimten.

## 5. **Richtingsindruk**

Door het vermogen tot richtinghoren kunnen de luisteraars horenderwijs de richting van de geluidsbron vaststellen. Het zal als zeer onnatuurlijk worden ondervonden als de akoestische en de visuele indruk niet met elkaar overeenstemmen. Het is daarom een eerste eis voor een goede toespreekinrichting, dat de luisteraars het geluid uit de richting van de spreker horen komen.

Het is weleens mogelijk de luidspreker dicht bij de spreker te plaatsen. Het kleine richtingsverschil valt dan niet op. Ook kan men de luidspreker wel eens boven de spreker plaatsen.

---

[3]) Zentralblatt. f. Industriebau **4**, 339, 1958.

Daar een elevatie van de geluidsbron moeilijk is vast te stellen wint dan de visuele indruk en valt het richtingsverschil meest-

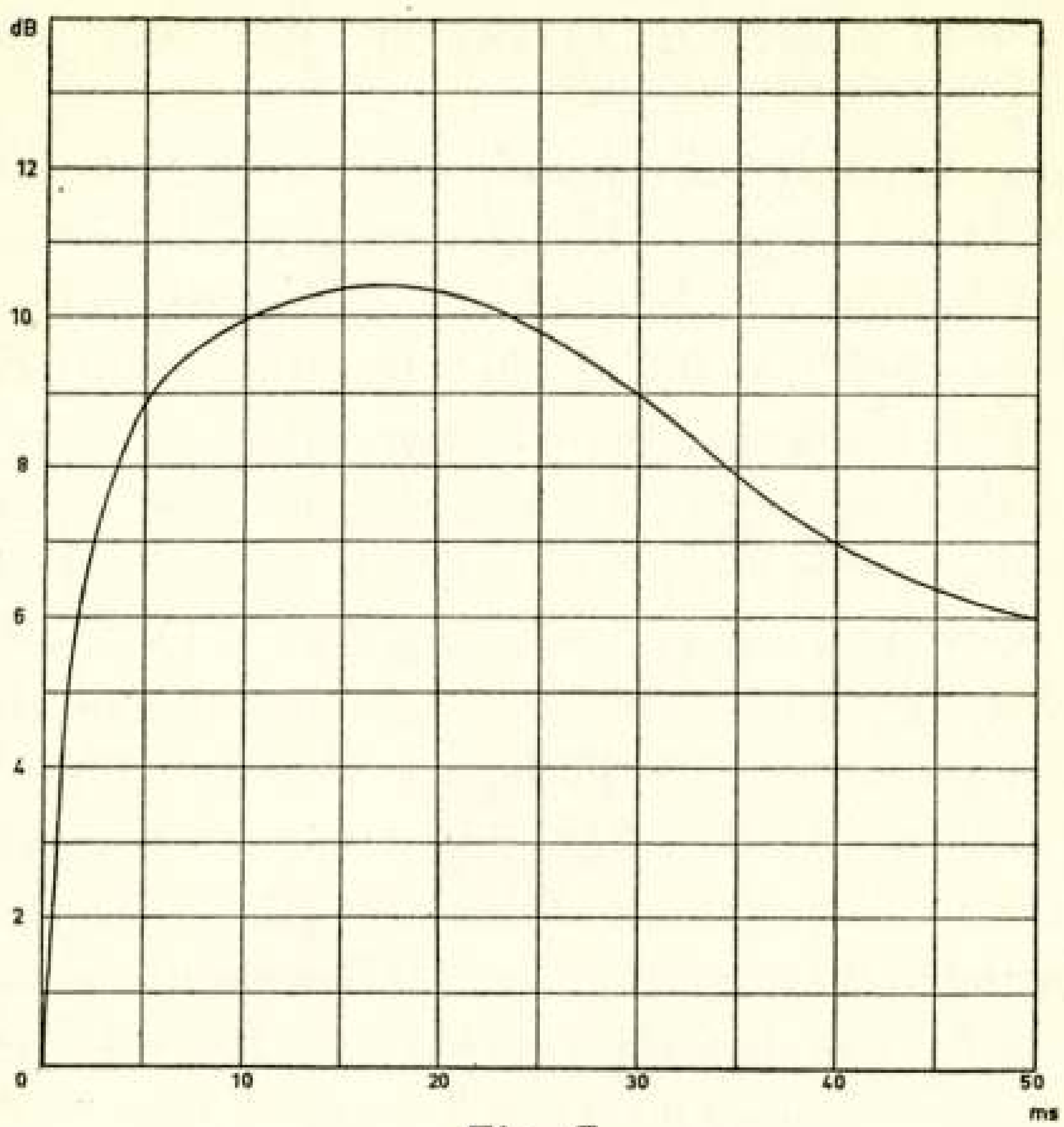



Fig. 7

Samensmelting van twee achtereenvolgende zelfde geluiden.

Wordt een geluid binnen een bepaalde tijd gevolgd door hetzelfde geluid uit een andere richting (echo) dan wordt het tweede geluid niet afzonderlijk waargenomen maar met het eerste geluid versmolten tot één geluid uit de richting waaruit het eerste geluid kwam. Eerst als het tweede geluid aanzienlijk sterker is dan het eerste wordt het gelijk gewaardeerd. De figuur geeft de betrekking tussen de sterkteverhouding van beide geluiden en de vertraging van het tweede geluid, waarbij beide geluiden gelijk gewaardeerd worden. Bij een vertraging van 10-25 ms kan het tweede geluid 10 dB sterker zijn dan het eerste voor het afzonderlijk opvalt.

Overgenomen uit: Haas. Ueber den Einfluss eines Einfachechos auf die Hörsamkeit von Sprache Acustica 1, 49, 1951.

al evenmin op. In een grote zaal zullen deze opstellingen echter meestal mislukken omdat reeds bij een zeer geringe geluidsbijdrage van de luidspreker akoestische terugkoppeling optreedt.

Om deze reden zal men de luidspreker meestal op een grotere afstand van de spreker en van de microfoon moeten plaatsen en is er dus voor de meeste luisteraars een richtingsverschil. Dit behoeft echter niet te betekenen, dat men dit richtingsverschil hoort.

Het gehoor bepaalt n.l. op indicatie van het eerstaankomende geluid de richting. Deze richtingsindruk blijft bewaard als hetzelfde geluid binnen een bepaalde tijd daarna ook nog uit een andere richting komt, zelfs als het tweede geluid sterker is dan het eerste. De luisteraar hoort dan alleen het eerste geluid sterker. Er is een bepaalde betrekking aan te geven tussen het tijdverschil en het sterkteverschil, waarbij de beide geluiden gelijk worden gewaardeerd (fig. 7) [4]). Dit sterkteverschil is het grootst, n.l. 10 dB bij een tijdverschil van 10 tot 25 ms. Komt dus het geluid van de luidspreker maar 10 tot 25 ms later bij de luisteraars aan dan het geluid van de spreker dan kan men het geluidsniveau onopvallend tot 10 dB toe verhogen hoewel de richtingen van spreker en luidspreker niet samenvallen. Deze vertraging van het luidsprekergeluid van 10 tot 25 ms, die overeenkomt met een loopweg van het geluid van 3,5 tot 9 m, kan dikwijls door de opstelling van de luidspreker worden bereikt, zoals b.v. in fig. 1 b is aangegeven. De vertraging kan ook worden bereikt door middel van een vertragingsinrichting, hetzij akoestisch door de looptijd van geluid in een buis, hetzij elektrisch door middel van een tussenregistratie op een lus van magnetische band (fig. 10).

Deze werkwijze laat een versterking van ten hoogste 10 dB toe. Wordt meer versterking gegeven, b.v. achter in een grote zaal, dan zal de luidspreker weer de richting van het geluid bepalen. Men kan dan toch de richtingsindruk van het geluid met de visuele

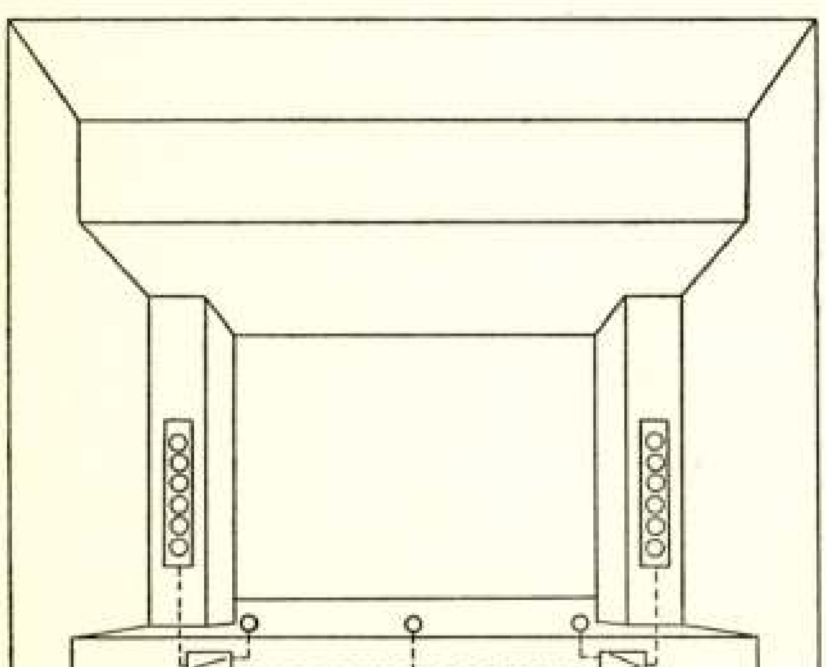


Fig. 8

Stereofonische toneelinstallatie met 3 microfoons in het voetlicht, waarvan de twee buitenste ieder via een versterker met een luidsprekerzuil naast de toneelopening samenwerken en waarvan de middelste met beide luidsprekers samenwerkt. (2-kanaalssysteem met midden-microfoon).

[4]) Acustica **1**, 49, 1951.

indruk laten samenvallen door een stereofonische inrichting te gebruiken (fig. 8). De stereofonische inrichtingen zijn vooral van belang bij toneelvoorstellingen, waarbij meerdere sprekers over het toneel bewegen. Dergelijke inrichtingen zijn b.v. toegepast in de grote zaal van de Wereldtentoonstelling van Brussel en in die van het Palais Chaillot in Parijs [5]). Daarbij werden 3 of 4 microfoons in het voetlicht en luidsprekerzuilen aan weerszijden van het toneel gebruikt. Bij een toneelbreedte van ca. 30 m en een toneeldiepte van 17 m is daar voor 2500 bezoekers in een grote zaal een goede verstaanbaarheid bereikt zonder dat men zich van versterking bewust was. In een nog grotere zaal met een toneelbreedte van 40 m en met 3200 plaatsen werd hetzelfde resultaat bereikt, waarbij echter behalve luidsprekers aan weerszijden ook luidsprekers boven de toneelopening waren aangebracht, aangesloten op 4 kanalen.

## 6. Luidsprekeropstelling

In een kleine zaal kan men vaak volstaan met een enkele luidsprekerzuil, zodanig opgesteld dat het luidsprekergeluid iets later dan dat van de spreker bij de luisteraars aankomt. In een grote zaal is dit in het algemeen niet meer mogelijk.

In de open lucht treden nog heel andere problemen op als men met een enkele centrale luidsprekerzuil werkt. Zijwind kan de bundeling van het geluid volledig te niet doen. De bundel "waait weg" waardoor het geluid bij iedere windstoot verdwijnt. Ook temperatuurverschillen in de lucht kunnen tot ernstige storingen aanleiding geven. Daar de voortplantingssnelheid van het geluid afhankelijk is van de temperatuur zal een vertikale temperatuurgradiënt de bundel naar boven of naar beneden doen afwijken (fig. 9). Normaal zal op een zonnige dag de aarde warmer zijn dan de lucht er boven. De geluidsbundel wordt dan omhoog gebogen en het is onmogelijk een grote afstand met geluid te overbruggen. Boven het water zal echter de toestand meestal juist andersom zijn: het water is kouder dan de lucht. De bundel zal dan omlaag worden gebogen, op het water reflekteren, weer opstijgen en opnieuw omlaag buigen enz. De luchtlaag boven het water vormt dan een wave-guide. Onder deze omstandigheden kan het geluid zeer grote afstanden overbruggen. Het is dan ook bekend, dat

[5]) Philips Techn. T. **21**, 54-74, 1959.

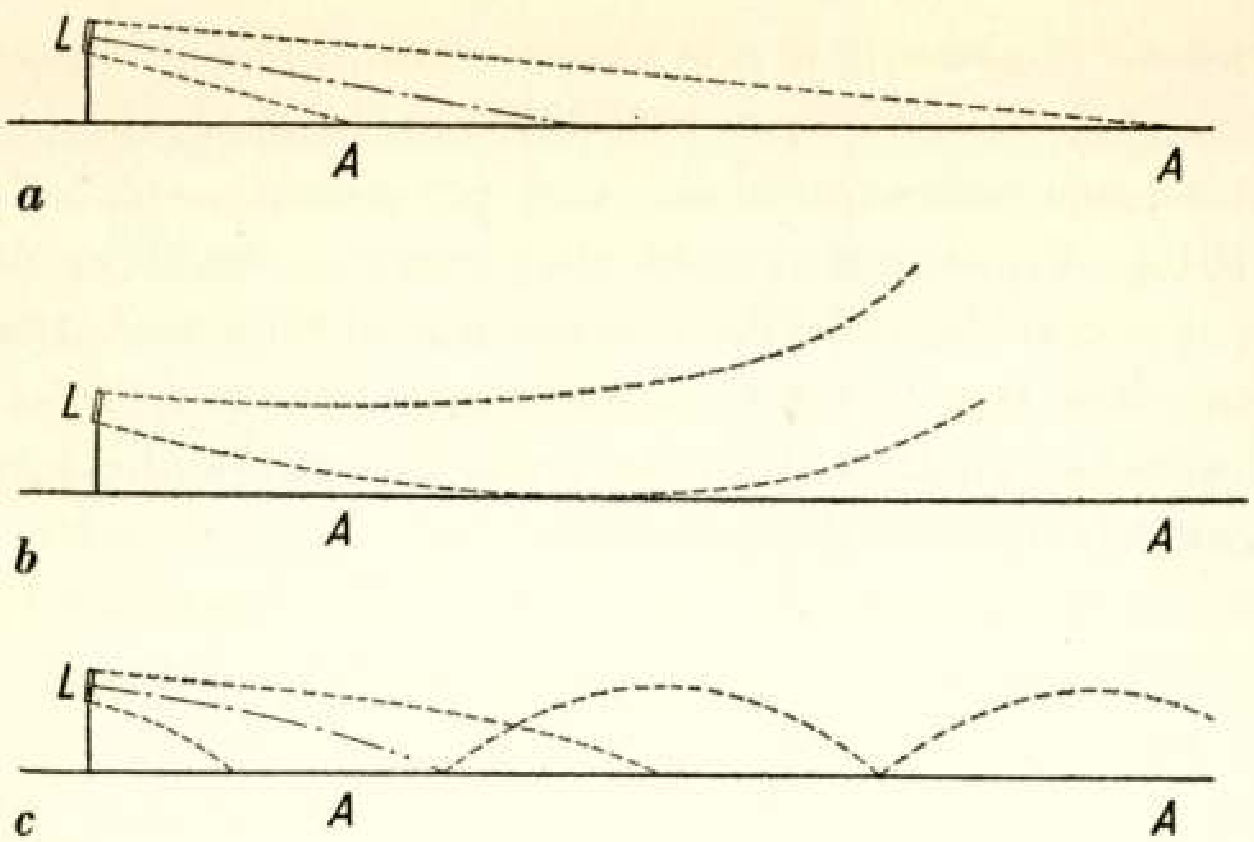



Fig. 9

Invloed van een temperatuurgradiënt op de richting van het geluid. *a*) Afwezigheid van een temperatuurgradiënt. De bundel van de luidsprekerzuil *L* is op het publiek *A*-*A* gericht. *b*) De temperatuur daalt met toenemende hoogte. Daar de snelheid van het geluid in warme lucht groter is dan in koude lucht, wordt de bundel naar boven afgebogen, zodat hij het publiek in het geheel niet bereikt. *c*) De temperatuur stijgt met toenemende hoogte. De bundel wordt naar beneden afgebogen en bereikt nog slechts het voorste deel van het publiek. Indien de grond goed reflecteert, wordt het geluid weer omhooggekaatst en verderop opnieuw omlaaggebogen; in zulke gevallen heeft het geluid een bijzonder grote dracht. Overgenomen uit: Philips Techn. T. **20**, 263-281, 1958.

men overdag op het water en in heldere winternachten in het vrije veld (als de aarde als gevolg van de nachtelijke uitstraling sneller afkoelt dan de lucht) zeer ver kan horen. Men moet dus niet verrast zijn als een toespreekinrichting, waarin een luidspreker een grote afstand bestrijkt, bijzonder onbedrijfszeker blijkt te zijn, zelfs onder bepaalde omstandigheden reeds op korte afstand onhoorbaar is!

Als de centrale luidspreker niet kan worden toegepast is de volgende stap om het te bestrijken gebied in zones te verdelen en voor iedere zone een luidspreker te gebruiken. Dan dreigt echter een ander gevaar, n.l. de onderlinge storing van de luidsprekers. Men hoort niet alleen de dichtstbijzijnde luidspreker maar ook de verder af geplaatste en deze laatste met toenemende vertraging. Hun geluid vormt een aantal echo's die de ver-

staanbaarheid volkomen te niet kunnen doen. De vertraging, waarbij het echo-effekt voor de verstaanbaarheid hinderlijk wordt, is ongeveer 45 ms, overeenkomend met een geluidsloopweg van ongeveer 16 m. Vanwege de onderlinge storing kan men luidsprekers die in dezelfde richting stralen dus niet verder dan 16 m uit elkaar plaatsen. Voor 2 luidsprekers die van weerskanten naar elkaar toe stralen is de kritische afstand bij goed gekozen neiging van de bundel 25 tot 30 m.

Men kan de onderlinge echo-storing van de luidsprekers volkomen opheffen door gebruik te maken van een vertragingsinrichting (fig. 10).

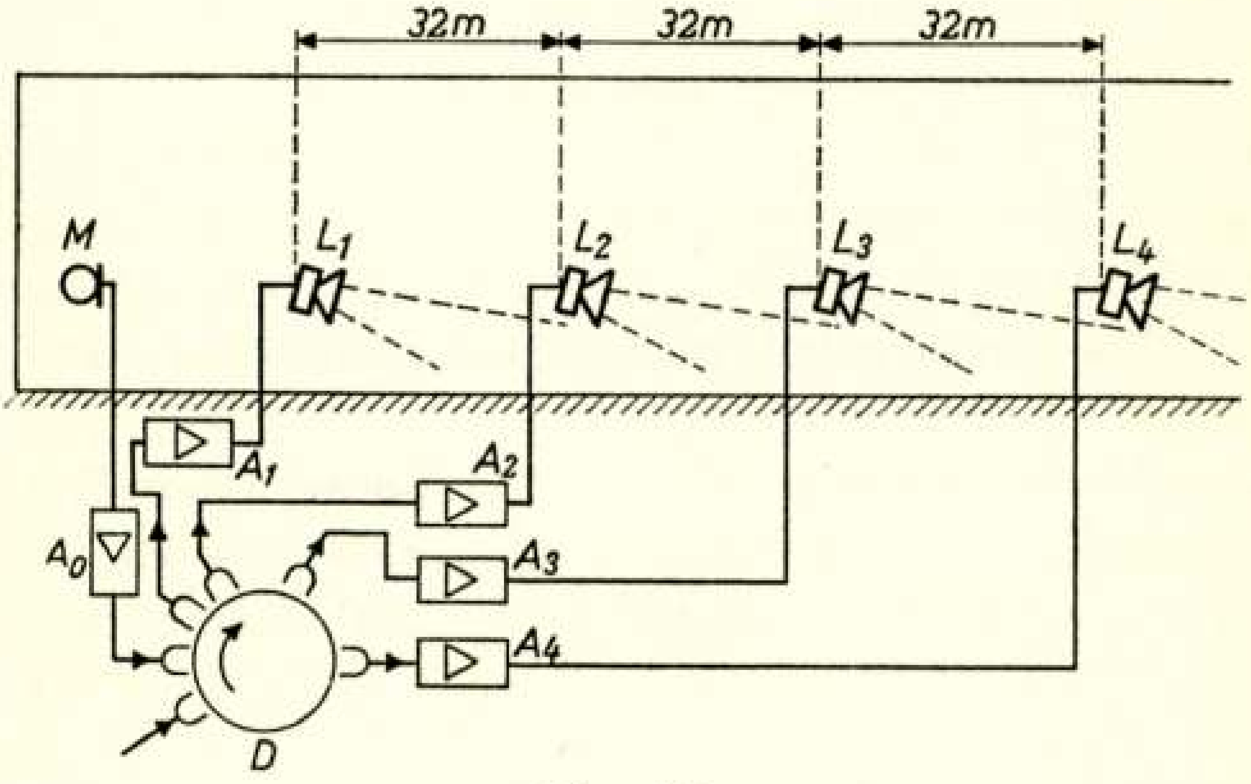



Fig. 10

Toespreekinrichting met vertraging. De luidsprekers $L_1$, $L_2$, $L_3$ en $L_4$ zijn zo opgesteld, dat de werkingsgebieden elkaar overlappen. Iedere luidspreker ontvangt een signaal, dat ten opzichte van het microfoonsignaal is vertraagd overeenkomstig de looptijd van het geluid van de microfoon $M$ naar de luidspreker. Voor een luisteraar komt het geluid van alle luidsprekers dus tegelijk aan met dat van de spreker bij de microfoon $M$. Er zal dus geen echostoring van de luidsprekers onderling optreden. Wordt aan de luidsprekers een extra vertraging gegeven van 10-25 ms dan hoort de luisteraar het geluid uit de richting van de spreker komen. De vertragingsinrichting $D$ bestaat uit een magnetische bandlus, waarop het signaal van de microfoon $M$ via de versterker $A_0$ en de opneemkop wordt geregistreerd. Het geregistreerde signaal wordt met toenemende vertraging afgetast door 4 weergeefkoppen en via de versterkers $A_1$ . . . $A_4$ door de luidsprekers $L_1$ . . . $L_4$ weergegeven. Alvorens een nieuwe registratie op te nemen passeert de lus een wiskop, die de magnetische laag weer in neutrale toestand brengt.

De luidsprekers daarin worden in de richting van de voortschrijdende geluidsgolf vertraagd overeenkomstig de looptijd van het geluid. Men kan dan de werkingsafstand van de luidsprekers volkomen benutten. Voor luidsprekerzuilen met een lengte van 1 m is deze werkingsafstand (maximum afstand voor goede verstaanbaarheid) in besloten ruimten 10 tot 50 m, afhankelijk van de opstelling van de luidsprekers en de nagalmtijd van de ruimte. Voor luidsprekerzuilen met een lengte van 2 m in de open lucht is de actieradius 70 tot 100 m, waarbij de grens gesteld wordt door atmosferische storingen.

Dergelijke vertragingssystemen zijn in bedrijf in fabriekshallen van de Volkswagenwerke in Wolfsburg tijdens bedrijfsbijeenkomsten (35.000 personeelleden) [5], tijdens de aandeelhoudersvergaderingen van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven (3000 bezoekers) en in het Centraal Station te Amsterdam. Daar de werkingszones van de luidsprekers elkaar ongestoord kunnen overlappen kan het geluidsniveau over het gehele gebied constant zijn.

In de toneelinstallatie van het Gebouw voor Kunsten en Wetenschappen in Den Haag [5]) zijn in de ruimte onder het balkon en op de balkons achter in de zaal kleine luidsprekers aangebracht, die met vertraging werken. Vooral de ruimte onder het eerste balkon is zo laag, dat de luisteraars hier moeilijk door de zuilen aan weerszijden van het toneel kunnen worden bereikt.

In deze vertragingsinrichtingen zijn de vertraagde luidsprekers 10 tot 25 ms extra vertraagd. Daardoor blijft ook in een vertragingssysteem het geluid uit de richting van de spreker komen. Behalve uit het oogpunt van geluidskwaliteit is dit bij grote vergaderingen ook een psychologisch voordeel. De aandacht blijft beter op de spreker gericht en er is minder neiging tot onderlinge gesprekken dan wanneer men bewust een luidspreker in een andere richting hoort.

Een vertragingssysteem werd ook gebruikt in de tot nu toe grootste toespreekinrichting, n.l. die van het Internationaal Eucharistisch Congres 1960 op de Theresienwiese in München. Hier waren $1\frac{1}{4}$ tot $1\frac{1}{2}$ millioen mensen bijeen die de plechtigheden woordelijk hebben kunnen volgen. Zelfs op een afstand van ruim 400 m hoorde men de sprekers nog steeds van het altaar. De luidsprekers waren in 6 concentrische ringen om

[5]) Zie noot op blz. 194.

het altaar gegroepeerd. De onderlinge afstand van de ringen was 70 tot 80 m (fig. 11).

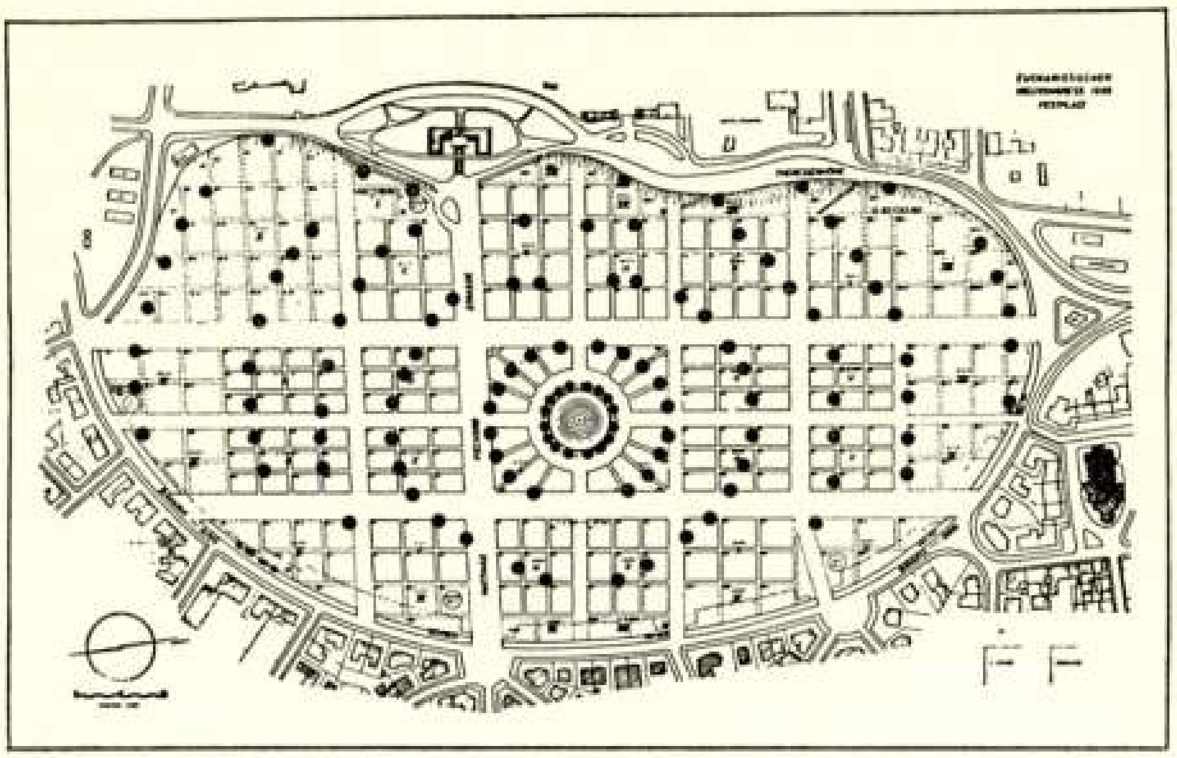


Fig. 11

Opstelling van de luidsprekers in de toespreekinrichting voor het Internationaal Eucharistisch Congres 1960 op de Theresienwiese in München. De luidsprekers zijn in 6 ringen concentrisch met het altaar geplaatst. De luidsprekers om het altaar waren onvertraagd, alle volgende ringen opvolgend vertraagd overeenkomstig hun afstand tot de eerste ring met een extra vertraging van 10-25 ms. Iedere luidspreker was uitgevoerd als een 2 m lange vertikale luidsprekerzuil en ca. 5 m hoog aan een paal opgehangen.

## 7. Demonstraties

Ter demonstratie van de hoofdpunten van de voordracht was in de lezingzaal een toespreekinrichting opgebouwd volgens het in fig. 12 aangegeven schema. De spreker sprak voor een hypercardioïde-microfoon voor de lessenaar of - tijdens het vertonen van projektieplaatjes - voor een "noise-canceling" handmicrofoon. Deze microfoons waren aangesloten aan een versterker met niveau-stabilisatie, waardoor bewegingen van de spreker vrijwel geen geluidsniveau-variaties veroorzaakten. Aan de uitgang van de versterker waren een 2 m lange luidsprekerzuil naast de lessenaar en een vertragingsinrichting aangesloten. Hoewel de luidsprekerzuil op ca. 0,5 m van de microfoon stond en de stem van de spreker in de zaal voldoende ondersteunde was er toch geen neiging tot akoestische terugkoppeling, omdat bij deze opstelling de luidsprekerzuil slechts zeer weinig geluid in de richting van de microfoon straalt.

Aan een kanaal van de vertragingsinrichting met 30 ms vertraging was een luidsprekerzuil aan de tegenoverliggende zijde van het podium aangesloten, aan een tweede kanaal met 60 ms vertraging 2 kleine zuilen aan de zijwanden van de zaal, ca. 15 m voor het podium. Deze luidsprekers stoorden zelfs voor de luisteraars op 1 m afstand de richtingsindruk niet; als de vertraging werd uitgeschakeld manifesteerden de luidsprekers zich zeer duidelijk.

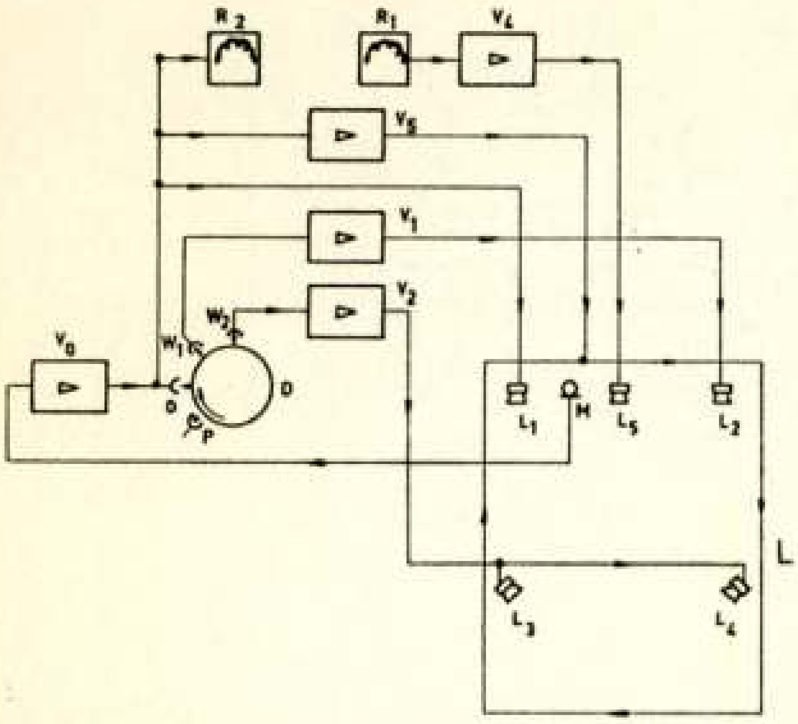


Fig. 12
Principeschema van de toespreekinrichting voor demonstraties.
*M* microfoon
$V_0$ versterker met niveau-stabilisatie
*D* vertragingsinrichting met magnetische lus
*P* poetskop
*O* opneemkop
$W_1$ weergeefkop voor 25 ms vertraging
$W_2$ weergeefkop voor 60 ms vertraging
$R_1$ weergeefinrichting voor afspelen van registraties
$R_2$ opneeminrichting voor opnemen van de voordrachten
*L* dovenlus om de zaal
$V_1$ $V_2$ $V_4$ $V_5$ versterkers
$L_1$ . . . $L_5$ luidsprekerzuilen

Aan de hand van registraties op magnetische band werd de verbetering van de verstaanbaarheid door gebruik van microfoons met voorkeursrichting en verzwakking van de lage tonen bij spreken in een galmende spreekruimte en door verzwakking van de lage tonen bij grotere luidheid gedemonstreerd. De winst in verstaanbaarheid die in ruimten met zeer hoog stoorniveau is te bereiken door juiste keuze van de frequentiekarakteristiek van de toespreekinrichting werd gedemonstreerd door spraak eenmaal met vlakke frequentiekarakteristiek en eenmaal met sterke voorkeur voor het formantengebied, beide malen met hetzelfde vermogen, weer te geven met begeleiding van lawaai van een dieselcentrale. De storing door echo werd gedemonstreerd door spraak ten gehore te brengen met een echo, waarvan de vertraging gaandeweg toenam van 20 tot 400 ms.

*Manuscript ontvangen 20 oktober 1961.*

# Grondslagen en praktijk van toespreekinrichtingen; elektrische gezichtspunten

door B. de Bruin *)

Voordracht gehouden voor de Geluidstichting, het Nederlands Radiogenootschap en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.V.I. op 2 december 1960.


## Summary

Transistors are compared with electronic tubes as amplifying devices and their applications in electronic circuits for public-address installations.

Automatic level stabilisation and automatic level control are discussed as some examples of electronic circuits used in public-address systems.

A description is given of some special public-address installations: discussion microphones, the loop for hearing aids and the interpreters installations.


## 1. Inleiding

Een toespreekinrichting bestaat vrijwel altijd uit een aaneenschakeling van elektro-akoestische en elektronische apparaten. Onder de elektronische apparaten neemt de laagfrequent-versterker een belangrijke plaats in, doch hiernaast worden ook regelinrichtingen, modulatoren en andere schakelingen toegepast.

In het volgende zal enige aandacht besteed worden aan de elektronische apparatuur.

Er is één belangrijke eis, waaraan de gehele toespreekinrichting moet voldoen: de verstaanbaarheid van hetgeen via de luidsprekers wordt weergegeven, moet goed zijn. Dit geeft direct een verschilpunt met bijvoorbeeld studio-apparatuur. Deze laatste is er op gericht een zo natuurgetrouwe weergave te verzekeren als mogelijk is, terwijl bij toespreekinrichtingen de verstaanbaarheid primair gesteld wordt. Hiertoe worden middelen toegepast, die bij studio-apparatuur ongewenst zijn. De eisen, die aan de kwaliteit van beide soorten installaties gesteld worden, kunnen even streng zijn.

*) N.V. Philips Gloeilampenfabrieken Eindhoven

Toespreekinrichtingen kunnen uitgevoerd zijn als vaste en als mobiele installaties. Vaste installaties worden bijvoorbeeld op stations en sportvelden toegepast. Mobiele installaties treft men onder andere aan in treinen, trams en autobussen, terwijl ook van volledig draagbare installaties diverse toepassingen gevonden worden.

Sinds de opkomst van de transistor als versterkerelement in elektronische schakelingen, doet zich de vraag voor of de transistor de elektronenbuis al of niet zal moeten vervangen in de voor toespreekinrichtingen bestemde apparatuur. Teneinde tot een gemotiveerd antwoord op deze vraag te komen, zal hierna een kort overzicht gegeven worden van de eigenschappen van transistor en transistorversterker. Hierbij worden de eigenschappen van elektronenbuizen en buisversterkers bekend verondersteld.

## 2. Transistor versus elektronenbuis

*Versterking.* Een versterkertrap met een transistor geeft in het algemeen minder versterking dan een dergelijke trap met een buis. Een transistorversterker zal dus meer trappen bevatten dan een gelijkwaardige buisversterker.

*Frequentiebereik*: het frequentiegebied, waarbinnen de transistor werkzaam is, wordt naar boven begrensd door de afsnijfrequentie $f_a$ gedefinieerd als die frequentie, waarbij de stroomversterkingsfactor $a$ de helft bedraagt van de waarde bij lage frequenties. Dit verschijnsel van afnemende versterking bij hogere frequenties wordt veroorzaakt door de looptijd van de ladingdragers in de grenslaag van de transistor en is dus een fysische eigenschap van de transistor zelf.

Bij kleine transistoren kan deze grensfrequentie ver boven het hoorbare gebied liggen, zodat er wat dit betreft goede laagfrequentversterkers met deze transistoren te bouwen zijn.

Bij transistoren voor grotere vermogens, zoals deze in eindtrappen toegepast worden, ligt de afsnijfrequentie in de gangbare schakelingen tussen 5 à 10 kHz hetgeen een nadeel voor de transistorversterker kan zijn in vergelijking met de buisversterker.

*Vervorming*: de vervorming van een versterker wordt geheel beheerst door de mate van tegenkoppeling, die aangebracht

wordt. Het aanbrengen van tegenkoppeling wordt bij transistorversterkers bemoeilijkt door het grote aantal versterkertrappen en door de dikwijls lage afsnijfrequentie, waarbij grote fasedraaiingen optreden. In versterkers uitgerust met kleine transistoren met hoge afsnijfrequentie, kan echter voldoende tegenkoppeling toegepast worden, zodat dan zeer lage vervormingscijfers bereikbaar zijn, waarmee deze transistorversterkers minstens gelijkwaardig zijn aan buisversterkers. Dit geldt dus voor versterkers voor lage energieniveaus als bijvoorbeeld microfoonversterkers.

*Spreiding in eigenschappen*: vele typen transistoren vertonen een grote spreiding in de eigenschappen van verschillende exemplaren van één type. Deze spreiding moet ook door tegenkoppelen opgevangen worden. Bij elektronenbuizen is deze spreiding kleiner.

*Ruis*. Er heerst vrij algemeen de mening, dat transistoren slechte ruiseigenschappen zouden hebben. Dit is onjuist. Er bestaan diverse typen transistoren, die op de juiste wijze ingegesteld, uitstekende ruiseigenschappen bezitten. Door deze transistoren toe te passen op de laagste energieniveaus zijn zeer lage ruisniveaus te verwezenlijken.

*Brom*. Transistoren bezitten geen gloeidraden, zodat bij transistorschakelingen de van de gloeidraadvoeding afkomstige brom ontbreekt.

*Microfonie*. Door hun konstruktie zijn transistoren in tegenstelling tot buizen ongevoelig voor microfonie.

*Temperatuur*. Temperatuurvariaties hebben een veel grotere invloed op transistorkarakteristieken dan op buiskarakteristieken. In transistorcircuits zijn dus altijd stabilisatieschakelingen nodig om het verloop in eigenschappen der transistoren tegen te gaan.

*Voeding*. De voor transistorschakelingen benodigde voedingsspanningen liggen veel lager dan die voor buisschakelingen. Dit biedt voordelen uit het oogpunt van veiligheid en voor toepassing van batterijen als voedingsbron. Door het ontbreken van gloeidraden is de inschakeltijd van transistorapparaten veel kleiner dan van buisapparaten, daar de opwarmtijd ontbreekt.

De voedingsbron behoeft dus ook geen gloeistroom te leveren, hetgeen het energieverbruik beperkt en de warmteafvoer eenvoudiger maakt.

*Vermogen.* Bij transistorversterkers met grote uitgangsvermogens gaat de koeling een probleem vormen, daar met het uitgangsvermogen de in de collector van de transistor gedissipeerde hoeveelheid warmte zal toenemen. Deze warmte moet afgevoerd worden via een koelsysteem, dat de inwendige temperatuur van de transistor moet beperken tot de maximum toelaatbare, die momenteel meestal bij 90 à 95° C ligt. Dit leidt bij grote vermogens tot grote afmetingen van de koelplaten of tot een systeem van geforceerde koeling. Met de thans verkrijgbare transistoren kunnen versterkers gekonstrueerd worden met een uitgangsvermogen in de grootte orde van 100 W, terwijl er laagfrequent buisversterkers tot 150 kW uitgangsvermogen gefabriceerd worden.

*Overbelasting.* Daar transistoren minder goed bestand zijn tegen overbelasting dan buizen, moeten er maatregelen genomen worden om overbelasting, ook kortstondig, te voorkomen.

*Konstruktie.*

Transistorversterkers voor kleine vermogens, zoals microfoon- en lijnversterkers, kunnen veel kleiner gekonstrueerd worden dan gelijkwaardige buisversterkers, doordat de af te voeren hoeveelheid warmte klein is en de afmetingen van de benodigde onderdelen klein zijn.

Bij versterkers voor grote vermogens worden de afmetingen hoofdzakelijk bepaald door de afmetingen van het koelsysteem en van de transformatoren. Hier zal dus niet zoveel ruimtewinst te verkrijgen zijn ten opzichte van de buisversterkers als bij de kleine versterkers het geval is.

Wat betreft de sterkte van de konstrukties liggen de transistorversterkers ver in het voordeel.

Samenvattend kan men zeggen dat

Transistorversterkers voor kleine vermogens aan even strenge eisen kunnen beantwoorden als buisversterkers. Aan sommige

van deze eisen, als bijvoorbeeld een laag stoorniveau, kan met transistoren eenvoudiger voldaan worden dan met buizen.

Bij de versterkers voor grote vermogens kunnen met transistoren nog niet die elektrische eigenschappen bereikt worden, die met buizen mogelijk zijn. Voor een groot aantal toepassingen behoeft dit echter geen bezwaar te vormen.

Uit het voorgaande blijkt, dat transistoren om de volgende eigenschappen in het algemeen met voordeel boven buizen in toespreekinrichtingen toegepast kunnen worden:

a. Geringe afmetingen, laag energieverbruik en geringe warmtedissipatie in installaties, die een groot aantal versterkers bevatten.
b. Robuuste konstruktie, geringe afmetingen, laag energieverbruik en de mogelijkheid van eenvoudige batterijvoeding voor toepassingen in mobiele apparatuur.

## 3. Enige schakelingen

In het volgende zullen een tweetal speciale schakelingen besproken worden, die in toespreekinrichtingen een toepassing vinden.

Deze schakelingen kunnen met buizen en met transistoren uitgerust worden.

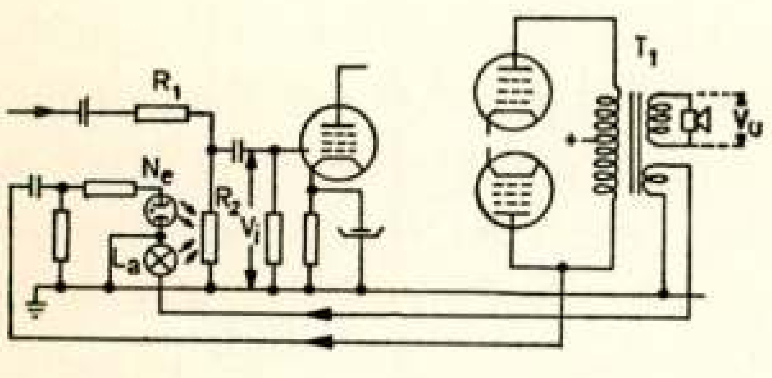



Fig. 1
Op een wikkeling van de uitgangstransformator $T_1$ is het gloeilampje $L_a$ aangesloten. Bij oplichten beschijnt dit de lichtgevoelige weerstand $R_2$. Deze zal hierdoor in waarde afnemen, waardoor de signaalspanning over $R_2$ daalt, dus ook het niveau van het uitgangssignaal. Neonlampje $N_e$ maakt snel inregelen mogelijk.

a. *Automatische niveaustabilisatie*

Bij toespreekinrichtingen is het gewenst het niveau van het uitgangssignaal van de versterkerketen constant te houden, ook als het niveau van het ingangssignaal varieert. Dit kan b.v. het geval zijn wanneer een spreker zich al sprekende ten opzichte van de microfoon beweegt.

Een dergelijke niveaustabilisatie kan met een voor licht gevoelige weerstand, de cadmiumsulfide-cel, in een eenvoudige schakeling verwezenlijkt worden. Figuur 1 toont een versterkerketen, waarin deze schakeling is opgenomen.

De stabiliserende werking van deze schakeling wordt door figuur 2 weergegeven.

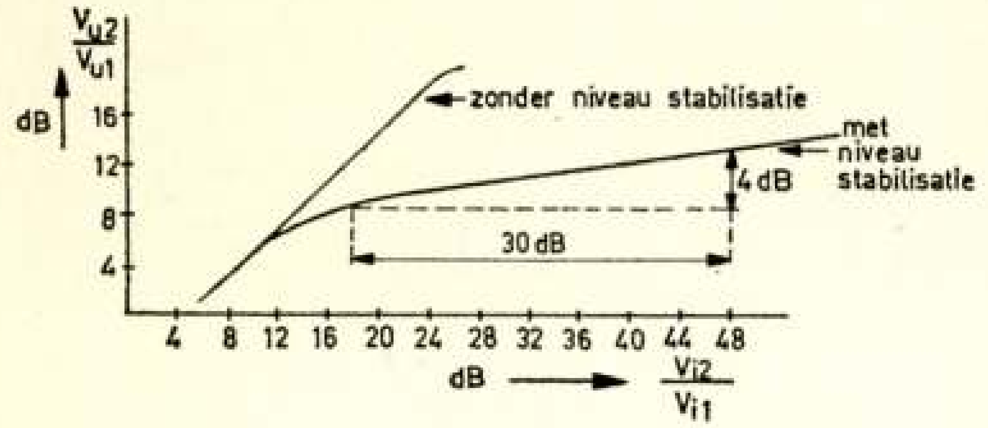



Fig. 2

Het toenemen van het niveau van het uitgangssignaal $\frac{V_{u2}}{V_{u1}}$ in dB als functie van het niveau van het ingangssignaal $\frac{V_{i2}}{V_{i1}}$ in dB. In het regelgebied veroorzaakt een verhoging van het ingangsniveau met 30 dB een verhoging van het uitgangsniveau met 4 dB.

Het gebruik van een gloeilampje heeft het nadeel, dat het trage oplichten van het lampje een grote inregeltijd tengevolge heeft. Door naast het gloeilampje $L_a$ een neonlampje $N_e$ op het uitgangssignaal aan te sluiten, kan de inregeltijd aanmerkelijk verkort worden, doordat dit lampje snel oplicht. Hiermee is een schakeling ontstaan, die in de praktijk goed voldoet.

## b. *Automatische niveauregeling*

In het voorgaande is aangetoond op welke wijze men het niveau van het luidsprekersignaal constant kan houden. De grootte van dit niveau hangt hoofdzakelijk af van het omgevingslawaai, het stoorniveau, dat heerst in de ruimte waarin de luidsprekers zijn aangebracht. Indien het niveau van het omgevingslawaai verandert dan is het gewenst, dat het niveau van het luidsprekersignaal zich hieraan aanpast, liefst automatisch. Voorbeelden van een zich wijzigend stoorniveau zijn een station, waar een trein binnenrijdt, een voetbalstadion, waar tijdens een wedstrijd een doelpunt gemaakt wordt.

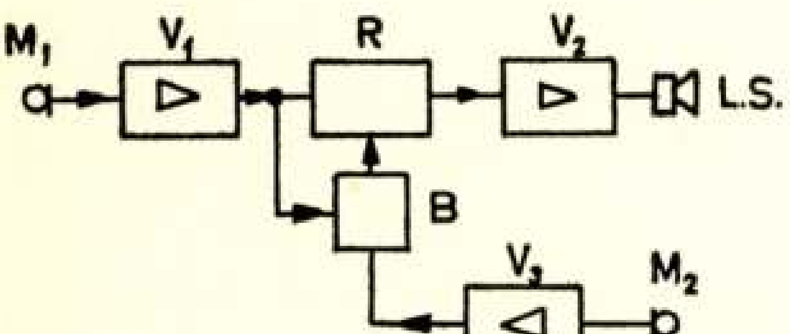



Fig. 3

In de versterkerketen microfoon $M_1$, voorversterker $V_1$, eindversterker $V_2$ en luidspreker L.S. bevindt zich een regelinrichting $R$. Deze reageert op signaal komende van microfoon $M_2$ via versterker $V_3$ en blokkeerinrichting $B$. Wanneer via $M_1$ gesproken wordt, verhindert $B$ de regelwerking.

Fig. 3 geeft in principe weer op welke wijze het niveau van het luidsprekersignaal zich aan het lawaainiveau kan aanpassen. Hierbij bevindt zich in de ruimte, waarin weergegeven

moet worden een microfoon, die een signaal afgeeft afhankelijk van het lawaainiveau. Dit signaal beïnvloedt een regelinrichting, die er voor zorg draagt, dat indien het lawaainiveau toeneemt. ook het luidsprekersignaal toeneemt. Daar de regelinrichting echter ook zal reageren op het luidsprekersignaal, doordat microfoon $M_2$ dit meestal ook opneemt, is blokkeerinrichting $B$ aangebracht om te verhinderen, dat het regelsignaal de regelinrichting $R$ bereikt op het moment, dat via microfoon $M_1$ gesproken wordt. Bij de voor het blokkeren benodigde tijd, moeten ook de looptijd en nagalmtijd van het luidsprekersignaal in rekening gebracht worden.

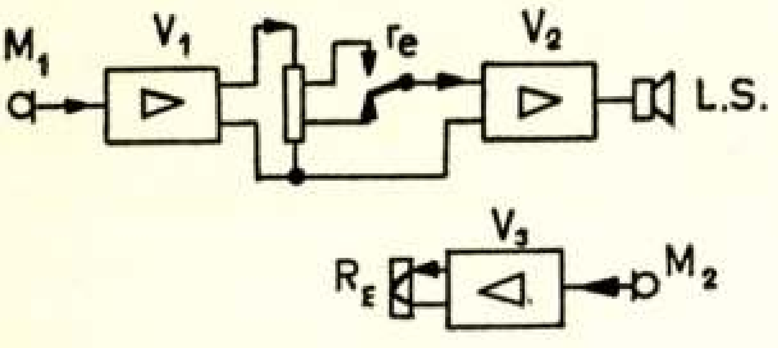



Fig. 4

In de schakeling van fig. 3 is $R$ vervangen door relais $R_e$. Een groot signaal afkomstig van $M_2$ zal een hoger niveau van het luidsprekersignaal inschakelen.

Daar er dus geen regeling plaats vindt op het moment, dat er gesproken wordt, moet de spreker door middel van spreekpauzes de versterker de gelegenheid geven zich bij te regelen.

Een eenvoudiger uitvoering van deze schakeling, wordt door fig. 4 gegeven. Hierin is de regelinrichting vereenvoudigd tot een relaisschakeling, waarvan het relais reageert op het signaal van microfoon $M_2$. Neemt het lawaainiveau toe dan zal het relais een vooraf ingestelde grotere waarde van het niveau van het luidsprekersignaal inschakelen. De beperking van dit systeem is, dat het lawaainiveau tevoren bekend moet zijn, opdat de niveaus van het luidsprekersignaal juist ingesteld kunnen worden. Daar dergelijke gevallen in de praktijk voorkomen is deze schakeling goed bruikbaar.

## 4. Speciale toepassingen

Bekende algemene toepassingen van toespreekinrichtingen treft men bijvoorbeeld aan in vergaderzalen, op stations en sportvelden, in trams, autobussen en treinen. Hiernaast bestaan meer speciale vormen van toespreekinrichtingen, waarvan er hier enige besproken zullen worden.

a. *Discussiemicrofoons*

Het gebruik van discussiemicrofoons is eigenlijk een uitbreiding van de geluidsinstallatie in een vergaderzaal.

Behalve de sprekermicrofoon zijn nog een aantal andere microfoons via een schakelpaneel op de versterker aangesloten. Tijdens discussies kan een persoon in de zaal, wanneer hem het woord verleend wordt, een microfoon aangereikt krijgen via welke hij nu voor alle wezigen verstaanbaar kan spreken. Met enige microfoons kan men de gehele zaal bedienen. Op het schakelpaneel worden dan op het juiste moment de juiste microfoons ingeschakeld.

b. *Lus voor slechthorenden*

Bevinden zich slechthorenden in een zaal met een goede luidsprekerinstallatie dan kunnen zich voor deze personen toch verstaanbaarheidsmoeilijkheden voordoen. Ten behoeve van deze slechthorenden kan men nu om de zaal een lus van koperdraad aanleggen en deze aansluiten op een versterker van de geluidsinstallatie.

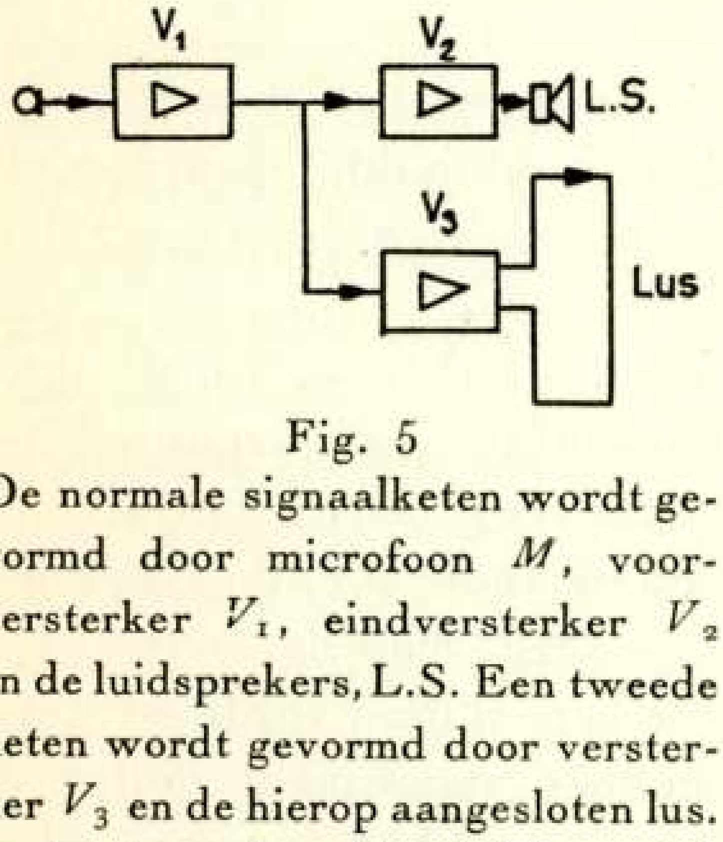



Fig. 5

De normale signaalketen wordt gevormd door microfoon $M$, voorversterker $V_1$, eindversterker $V_2$ en de luidsprekers, L.S. Een tweede keten wordt gevormd door versterker $V_3$ en de hierop aangesloten lus. In deze lus zal nu afhankelijk van het ingangssignaal een stroom ontstaan.

Fig. 5 geeft hiervan een blokschema. De stroom, die de lus doorloopt, zal in de zaal een magnetisch veld opwekken. Met behulp van een induktieve ontvanger, die het via een antenne opgevangen signaal slechts behoeft te versterken, kan men het door de luidsprekers weergegeven signaal ook via een telefoontje volgen.

De overdracht geschiedt hier dus direct, zonder tussenschakeling van een modulator. Deze installatie wordt o.a. toegepast in bioscopen, schouwburgen en vergaderzalen.

c. *Vertaalinstallatie*

Wanneer bij vergaderingen en congressen verschillende

sprekers zullen optreden, die verschillende talen spreken, terwijl niet alle toehoorders alle talen kunnen verstaan, kan men gebruik maken van een vertaalinstallatie. Tolken zorgen dan tijdens het spreken voor een vertaling van het gesprokene in een aantal verschillende talen. De toehoorders kunnen nu de door hen gewenste taal kiezen met behulp van een keuzeschakelaar en deze beluisteren door middel van een hoofdtelefoon. In fig. 6 wordt een vereenvoudigd blokschema van een vertaalinstallatie gegeven.

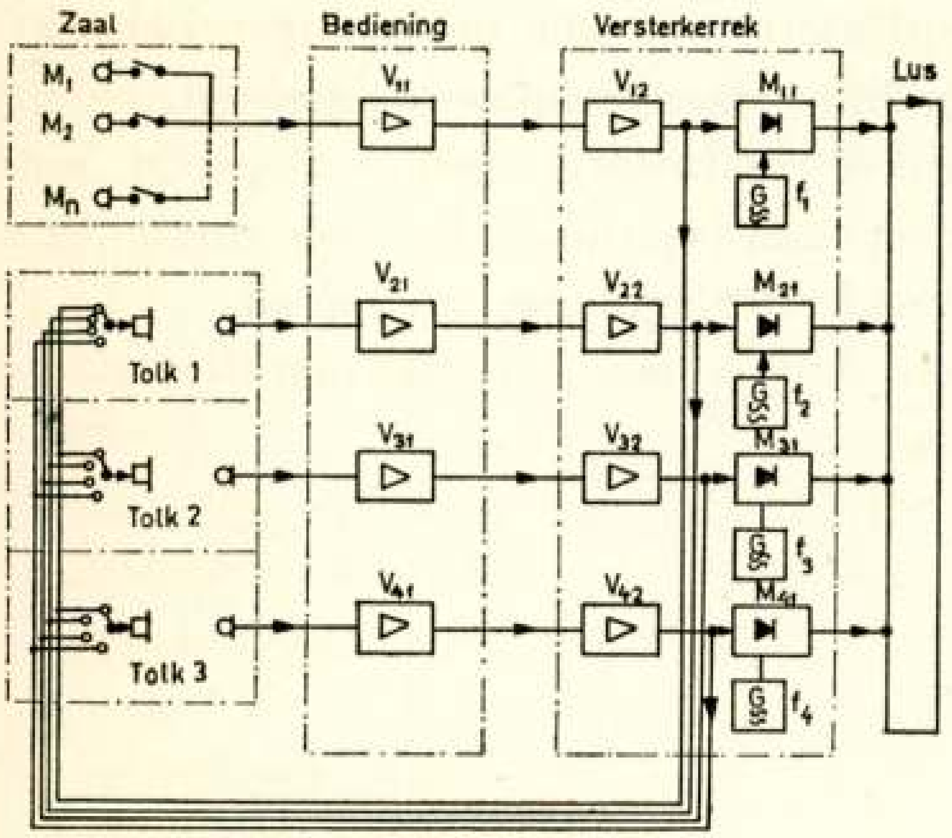



Fig. 6

Vertaalinstallatie. Het signaal van één der sprekermicrofoons $M_1$ .... $M_n$ gaat via de versterkers $V_{11}$ in de bedieningslessenaar naar $V_{12}$ in het versterkerrek. Hier wordt het op een draaggolf met frequentie $f_1$ gemoduleerd in $M_{11}$ en op de lus gebracht. Op gelijke wijze worden de signalen van de drie tolkenmicrofoons versterkt en op resp. frequentie $f_2$, $f_3$ en $f_4$ gemoduleerd en op dezelfde lus gebracht. Bovendien kan een tolk met zijn hoofdtelefoon de taal van de spreker of van een van zijn collega's naar keuze beluisteren.

In de vergaderzaal zijn een aantal sprekermicrofoons aangebracht waarvan er één of meer tegelijkertijd ingeschakeld kunnen worden. Het microfoonsignaal gaat naar een bedieningslessenaar waar het versterkt wordt en waar een operateur het juiste niveau instelt. Hierna gaat het signaal naar een versterkerrek waar het tot het gewenst eindniveau versterkt wordt en waar het op een draaggolf gemoduleerd wordt. Het gemoduleerde signaal wordt aan een om de vergaderzaal aangebrachte ringleiding toegevoerd. Op dergelijke wijze worden ook de tolkensignalen versterkt, gemoduleerd en op dezelfde ringleiding gebracht.

In fig. 6 zijn drie tolken getekend, er kunnen er echter meer zijn. De tolken kunnen via een hoofdtelefoon de spreker of één van hun collega's beluisteren.

De toehoorders in de zaal zijn in het bezit van een ontvangertje en een hoofdtelefoon. Met een keuzeschakelaar

kunnen zij één der draaggolffrequenties kiezen en op deze wijze naar de gewenste taal luisteren.

In plaats van modulatoren en een ringleiding wordt ook wel een vaste bekabeling toegepast naar de zitplaatsen der toehoorders. Dezen krijgen de signalen van spreker en tolken dus direkt van een eindversterker toegevoerd. De gewenste taal wordt met behulp van een keuzeschakelaar gekozen door de juiste lijn te kiezen. De toehoorders zijn hier door de lengte van het snoer van hun hoofdtelefoon in hun bewegingen beperkt.

Beide installaties hebben hun eigen toepassingsgebied.

Wanneer een verplaatsbare installatie gewenst is, is men aangewezen op de uitvoering met modulatoren en ringleiding. Voor verhuurinstallaties wordt dit systeem toegepast.

Is geheimhouding gewenst dan is men op de installatie met vaste bekabeling aangewezen.

---

*Manuscript ontvangen op 20 oktober 1961.*

# Toekomstige geluidinstallaties in internationale treinen

door A. Heystek *)

Voordracht gehouden voor de Geluidstichting, het Nederlands Radiogenootschap en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.V.I. op 2 december 1960.

**Summary**

After a short introduction on the general backgrounds of public-address systems to be used in International Trains, a survey is given of requirements from the viewpoints of railway operating, rolling stock and electro-acoustics.

## 1. Inleiding

Alvorens met het eigenlijke onderwerp te beginnen komt het mij gewenst voor even in te gaan op de achtergrond hiervan. Deze achtergrond is nl. van doorslaggevende betekenis voor de probleemstelling en de aanpak van de opgave die mij werd gesteld, te weten het opstellen van technische specificaties voor luidsprekerinstallaties in internationale personenrijtuigen (R.I.C.-rijtuigen) der in de Union Internationale des Chemins de fer, samenwerkende spoorwegmaatschappijen.

Deze organisatie, kortweg U.I.C. genoemd is enigszins te vergelijken met de onder u meer bekende U.I.T. waarvan het C.C.I.T.T., het C.C.I.R. etc. grote bekendheid genieten.

De U.I.C. is evenwel in veel mindere mate mondiaal dan de U.I.T. en heeft slechts zijdelingse contacten met de V.N. Ze heeft wel een ruim aantal over de gehele wereld verspreide passieve leden (overigens met volle rechten). De meer of minder actief meewerkende leden zijn in wezen de Europese Spoorwegmaatschappijen, met uitzondering van die van de U.S.S.R.

Het werk is verdeeld over een achttal vaste commissies, enkele tijdelijke, een vast bureau voor research en proefnemingen en enkele bureaus en centra voor bijzondere onderwerpen.

*) N.V. Nederlandse Spoorwegen

De in verband met het onderwerp belangrijkste commissies zijn:

de 4e (Exploitatie) omdat hierin de uiteindelijke gebruikers zitting hebben;

de 5e (Materieel en tractie) omdat de installaties in het rollend materieel zijn ondergebracht en hieruit hun voeding betrekken;

de 7e (Vaste Installaties) omdat in deze commissie de telecommunicatietechniek is ondergebracht (Sub-commissie Telecommunicatie).

Het behoeft geen betoog dat de Spoorwegen als een typisch internationaal organisme een zeer sterke behoefte hebben aan internationale standaardisering, normalisering en reglementering. De interpenetratie van de personen- en goederentreinen in de verschillende landen, snelheids-, beremmings-, koppelingsnormen, tarifering, verrekening, berichtenwisseling enz., noodzaken hiertoe.

Dat dit werk, gezien de totaal verschillende verhoudingen en ontwikkeling, in de verschillende landen vaak zeer gecompliceerd is, zal eveneens duidelijk zijn. Bij het opstellen van voorschriften (fiches) moet hiermee steeds rekening gehouden worden, d.w.z. dat deze voorschriften zich steeds tot het absoluut noodzakelijke dienen te beperken, daarbij aan elke administratie de vrijheid latende dit noodzakelijke op eigen wijze, passend binnen de eigen praktijk, te realiseren, uiteraard binnen het kader van de overeengekomen bindende bepalingen.

Voor wat de telecommunicatie betreft zijn op deze wijze voorschriften uitgewerkt voor de koppeling, de transmissie-eigenschappen, signaleringscriteria enz. van de automatische telefonie- en verreschrijvernetten. Als gevolg hiervan is thans reeds op uitgebreide schaal internationaal half-automatisch en automatisch telefoon- en verreschrijververkeer over de eigen spoorwegnetten mogelijk.

Er wordt voorts gewerkt aan de totstandbrenging van speciale netten voor datatransmissie, automatische reserveringssystemen, internationale afspraken over het gebruik van toegewezen of toe te wijzen radiofrequenties enz. Genoeg om u de omvang van de problemen te doen inzien.

Het is gebruikelijk om voor de behandeling van een betrekkelijk nauwkeurig af te bakenen probleem zoals in dit geval "luidsprekerinstallaties in internationale treinen", binnen het kader van de vaste commissies en subcommissies een werkgroep in te stellen.

Het is als voorzitter van deze werkgroep, dat ik u thans

iets meer zal vertellen over het probleem dat wij op te lossen kregen en hoe wij gemeend hebben dit te moeten doen.

Zoals bekend, zijn de internationale treinen samengesteld uit rijtuigen, toebehorend aan verschillende spoorwegmaatschappijen. Het is normaal dat zich in één trein rijtuigen, toebehorend aan 3, 4 of zelf meer maatschappijen bevinden. Gedurende de reis verandert deze samenstelling dan weer in een aantal belangrijke spoorwegknooppunten. De rijtuigen in een dergelijke trein moeten voldoen aan een aantal eisen die zijn vastgelegd in een internationale overeenkomst, het R.I.C. (Regolamento Internazionale Carrozze). Deze overeenkomst bevat een groot aantal bepalingen van zuiver constructieve aard: beremming, verwarming, verlichting etc. als ook zulke die bepaalde faciliteiten en een zo hoog mogelijk comfort van het reizend publiek garanderen.

Binnen het kader van deze voorschriften is evenwel nog een grote diversiteit van de tot het internationale verkeer toegelaten rijtuigen mogelijk, zoals een ieder al reizende wel bespeurd zal hebben.

Het ontwerp voor luidsprekerinstallaties ("toespreekinrichtingen") in de internationale treinen moet uiteraard geheel rekening houden, zowel met de bovengenoemde diversiteit in de rijtuigen, als ook met de voortdurend veranderende samenstelling. Daarnaast moeten de uit de spoorwegpraktijk voortvloeiende gebruiksmethoden mogelijk gemaakt worden en tenslotte moet zowel voor het gesproken woord als voor, in sommige gevallen gewenste, muziekuitzendingen een goede weergavekwaliteit gewaarborgd worden.

Zoals reeds terloops werd opgemerkt kwamen aan het ordenen van dit gecompliceerde complex van eisen een drietal U.I.C.-commissies te pas, te weten de exploitatieve commissie, die voor het rollend materieel en die voor de vaste installaties.

## 2. De eisen van exploitatiezijde

Deze omvatten in hoofdzaak het volgende:

1. In elk rijtuig moet de luidsprekerinstallatie een zelfstandige eenheid vormen, zodat individueel gebruik per rijtuig mogelijk is.
2. Bij het samenstellen van een trein moeten van elk rijtuig uit algemene mededelingen in het eigen en tegelijk in alle andere rijtuigen omgeroepen kunnen worden.

3. Het moet mogelijk zijn om, (b.v. indien door reisgezelschappen een trein geheel of ten dele afgehuurd wordt) van een *centraal punt* uit voor de gehele trein resp. in verschillende rijtuigen individueel, muziekuitzendingen te verzorgen en reisbeschrijvingen door de reisleider(s) te doen geven.
4. Het geluidsniveau van deze muziekuitzendingen- en de commentaren van de reisleider moet (per compartiment) instelbaar zijn door de reizigers. Zelfs moet volledig uitschakelen mogelijk zijn.
5. De conducteur moet in elk rijtuig voor het doen van mededelingen van algemeen belang prioriteit op de muziek- en commentaaruitzendingen hebben. (Dus tijdelijke onderbreking van de uitzendingen gedurende de mededelingen van de conducteur).
6. In die compartimenten waar de muziek op zacht gezet of zelfs uitschakeld is, moeten niettemin deze prioriteitsmededelingen op volle sterkte weergegeven worden.
7. Ook de centrale post die dus normaal niet in prioriteit werkt, moet voor uitzonderlijke gevallen een prioriteitsknop, resp. een super-prioriteitsknop bevatten.

In het principeschema fig. 1 is te zien op welke wijze bovengenoemde eisen schakeltechnisch verwerkelijkt zijn.

Het meest rechtse deel geeft het principeschema voor een rijtuig zonder aansluitingsmogelijkheid voor een centrale post. Aansluitend links daarvan vindt u het schema voor een rijtuig dat wel ingericht is voor het aansluiten van een dergelijke post. Deze centrale post is in dit schema aanwezig ondersteld en is aangesloten getekend via een achtpolige steker.

De rijtuigen zijn onderling verbonden door een soepele kabel en een waterdichte koppeling met 13 polen voor 3 stergroepen en de geïsoleerde afscherming. Van de twaalf beschikbare aders zijn er 6 plus de afscherming nodig voor de luidsprekerinstallatie zelf. De overige 6 zijn gereserveerd voor andere toekomstige toepassing, waarbij men bijvoorbeeld kan denken aan centraal ontsteken van de verlichting, de verwarming, het automatisch sluiten van de deuren, enz.

Het principeschema is terwille van de overzichtelijkheid gesplitst in:

a. een deel dat men het schakeltechnische gedeelte zou kunnen noemen (onderste deel tussen de horizontale lijnen (aders) 5 en 6).

# AFFECTATION DES CONDUCTEURS DE LA CANALISATION GENERALE (CABLE 3Q)

1,2 CIRCUIT DE SONORISATION BAS NIVEAU
3,4 RESERVE AU TELEPHONE DE TRAIN

5,6 CIRCUIT DE TELECOMMANDE DES AMPLIFICATEURS
7,8 CIRCUIT DE TELECOMMANDE DE LA PRIORITE AUX ANNONCES

9,10 RESERVE
11,12 RESERVE

13 BLINDAGE

# LEGENDE

LECTEUR DE PHONOGRAPHE

LECTEUR DE BANDE MAGNETIQUE

AMPLIFICATEUR (SYMBOLE GENERAL)
PA PREAMPLIFICATEUR, AP AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

POSTE CENTRAL

BOBINE DE RELAIS

HAUT-PARLEUR

MICROPHONE

prr⁴ CONTACT DE RELAIS (CONTACT DE REPOS)

a⁵ CONTACT DE RELAIS (CONTACT DE TRAVAIL)

DOUILLE

FICHE

CONTACT DE RELAIS (CONTACT INVERSEUR)

COMMUTATEUR A COMMANDE MANUELLE

Hc CONTACT DE MANETTE SUR LE BOITIER DU MICROPHONE A DEMEURE

BOUTON-POUSSOIR

CABLE BLINDE

FUSIBLE

RESISTANCE

DIODE

LAMPE

LES NUMEROS DES CONDUCTEURS DE LA CANALISATION GENERALE CORRESPONDENT AUX NUMEROS DES CONNEXIONS DU COUPLEUR DE VOITURE (PLANCHE N° 5)

LES NUMEROS DES FICHES DU POSTE CENTRAL CORRESPONDENT AUX NUMEROS DES CONNEXIONS DE LA PRISE POUR POSTE CENTRAL (PLANCHE N° 3)

MAT RELAIS POUR L'ALIMENTATION DE L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

MAL RELAIS DE MISE EN SERVICE DU POSTE CENTRAL

PR RELAIS POUR LA PRIORITE DES ANNONCES PARLEES

PRR RELAIS REPETITEUR DE PR.

ME RELAIS D'ENCLENCHEMENT POUR LES ANNONCES PARLEES

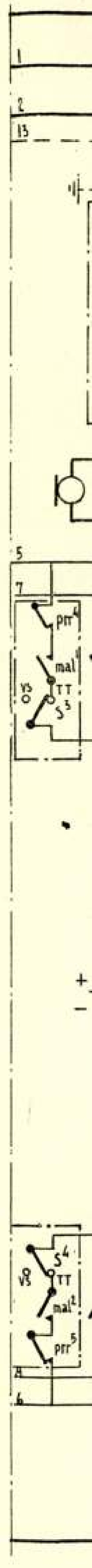
PC RELAIS POUR LA PRIORITE DES ANNONCES PARLEES DU POSTE CENTRAL

S COMMUTATEUR POUR COMMANDE DE LA VOITURE SEULE OU DE TOUTES LES VOITURES
EN POSITION VS : „ VOITURE SEULE "
EN POSITION TT : „ TOUT-LE-TRAIN "

POSTE CENTRAL

M COMMUTATEUR DE MISE EN SERVICE DU POSTE CENTRAL

P BOUTON-POUSSOIR DE COMMANDE DE LA PRIORITE AUX ANNONCES



Voorversterker, versterker en centrale post zijn hierin slechts als blokjes opgenomen, waarbij alleen is aangegeven op welke wijze ze gevoed worden.

b. in het boven de horizontale lijn 5 gelegen gedeelte van het schema waarin het funktionele principe aangegeven is en waarin dus van de microfoon af tot de luidspreker te zien is hoe de installatie in de verschillende onderstelde gevallen werkt.

Uit het schema blijkt dat de schakeling voor een rijtuig met centrale post is opgebouwd op een standaardschakeling voor alle rijtuigen. Het binnen de streep-stippellijnen aangegevene is *toegevoegd* aan het algemene schema.

Wordt in het rechterdeel van het schema het contact *Hc*, dat zich op de in het rijtuig aangebrachte microfoon bevindt gesloten, dan worden hierdoor de voorversterker *PA* en de versterker *AP* gevoed, de relais *ME*, *MAT* en *PR* trekken aan in het eigen rijtuig en voor wat *MAT* en *PR* betreft bovendien in alle andere aangesloten rijtuigen.

Het blijkt dat hierbij zelfs in het rijtuig met centrale post, waarin de schakelaar *S* in de stand VS (voiture seule) staat, en waar dus mogelijk een eigen uitzending aan de gang is, deze laatste onderbroken wordt en de mededeling van de conducteur die *Hc* drukte toch uitgezonden wordt.

Met de drukknop *P* op de centrale post kan de bedienaar van deze post zich niettemin in een uitzonderingsgeval nog opschakelen en daarmee de prioriteit van het andere rijtuig evenaren en verkeerde mededelingen direct rechtzetten. Dit kan van nut zijn indien ergens in een rijtuig iemand van het reizend publiek zich onrechtmatig van de overigens afgesloten microfoon zou bedienen en daarmee ontoelaatbare grapjes zou uithalen.

Uit het schema blijkt verder dat door het sluiten van het maakcontact van $pr^1$ in alle rijtuigen de volumeregelaar kortgesloten wordt, zodat de prioriteitsmededelingen in alle rijtuigen op volle sterkte gehoord worden. Staat voorts de schakelaar *S* in het rijtuig met centrale post in de stand *TT*, dan wordt de muziek- en commentaaruitzending in de gehele trein gehoord. In dat geval is zoals blijkt in alle overige rijtuigen het relais *MAT* op, echter niet *PR*. Vanuit elk rijtuig kan dan onverminderd een prioriteitsmededeling gedaan worden, waarbij de algemene uitzending onderbroken wordt.

Een apart probleem in het geheel vormt de afscherming en het verbinden van deze afscherming met de massa van de trein.

De afscherming is over de volle lengte van de trein geïsoleerd uitgevoerd, teneinde te verhinderen dat bij electrische tractie een deel van de retourstroom via deze afscherming zou lopen en tot storing of erger aanleiding zou geven.

De voeding van de versterkers wordt evenwel in elk rijtuig betrokken van de daarin aanwezige batterij, die vaak eenzijdig aan de massa van de trein ligt. Aangezien het gewenst, resp. noodzakelijk is tijdens het spreken het scherm toch ergens met een vast referentiepunt te verbinden, is de oplossing gekozen, waarbij het scherm daar aan aarde (de massa van de trein en dus het spoor) gelegd wordt, waar de installatie wordt bediend.

Indien een centrale post is ingeschakeld, bevindt dit aardingspunt zich dus normaal daar. De aarding loopt dan via een weerstand van 100 ohm en het rustcontact $prr^3$.

Wordt nu evenwel van een ander rijtuig uit een prioriteitsmededeling gedaan, dan moet dit aardingspunt verlegd worden naar dit rijtuig, tijdens de duur van deze mededeling. Uit het schema blijkt hoe dit gebeurt.

De begrenzingsweerstand van 100 ohm dient om bij een onderstelde sluiting van het scherm, ergens tegen aarde de optredende stroom door het scherm te beperken.

## 3. De eisen van de zijde van het rollend materieel

Deze betreffen:

a. Het uit de algemene batterij ter beschikking te stellen vermogen. Beschikbaar gesteld wordt een batterijspanning die kan variëren tussen 18 en 33 volt. Hierbij mag per rijtuig niet meer dan 50 *W* opgenomen worden; in een rijtuig met centrale post mag dit 150 *W* bedragen.

b. De vereiste waterdichte koppelingen tussen de rijtuigen vormen een zeer moeilijk doch in hoofdzaak constructief probleem, waarop hier niet nader zal worden ingegaan. Vermeld zij alleen dat ze aan de bijzondere eis moeten voldoen, dat indien bij het afkoppelen van rijtuigen vergeten zou worden ook deze koppeling los te nemen (hetgeen bij nacht en ontij licht een keer gebeuren kan), de koppeling ondanks de aanwezige vergrendeling zonder schade te lijden uit elkaar gerukt kan worden. Voorwaar geen lichte eis.

c. De garantie dat de luidsprekerinstallatie, indien ze niet

gebruikt wordt, onder geen enkele omstandigheid energie aan de batterij zal onttrekken.

Voor wat dit punt betreft is uit het behandelde principeschema reeds gebleken dat de installatie uitsluitend tijdens het spreken of het uitzenden van muziek en commentaar, energie uit de batterij betrekt. Bediening in de normale rijtuigen geschiedt door een sleutel met onvaste stand. Energie-afname door vergeten uit te schakelen is hierdoor uitgesloten.

Wel kan tengevolge van het ingeschakeld blijven van de centrale post gedurende de gehele rit een geringe energie in de gehele trein afgenomen worden, ook indien niet uitgezonden wordt.

Dit is evenwel door de toepassing van transistorversterkers een geringe hoeveelheid die bovendien niet schaadt doordat tijdens de rit een gelijkstroomgenerator de batterij voortdurend bijlaadt. Na het beëindigen van elke reis wordt de centrale post steeds verwijderd (diefstal), zodat tijdens de wachttijden op de eindpunten, wanneer uiteraard geen bijlading plaats vindt, nimmer energie afgenomen kan worden.

## 4. De elektro-akoestische eisen

Reeds in de aanvang werd gewaagd van de moeilijkheden die men te overwinnen heeft om tot een voor alle partijen acceptabel voorschrift te komen dat enerzijds iets goeds omvat en anderzijds toekomstige ontwikkelingen mogelijk maakt.

Deze niet eenvoudige taak is reeds in de eerste regels van de ontworpen fiche aldus omschreven:

"Les présentes prescriptions définissent les conditions minima auxquelles doivent satisfaire les installations de sonorisation pour:

a) garantir à tous points de vue le bon fonctionnement de l'installation résultant de l'accouplement d'un grand nombre de voitures de provenances diverses dans un train international;
b) assurer une qualité de diffusion qui satisfasse à des exigences minima acceptables pour tous.

Elles laissent à chaque Administration participante la liberté d'exécuter l'installation au mieux de ses possibilités ou de

ses intentions et de suivre le développement assez rapide de la technique en ce domaine".

Deze taakomschrijving, die dus een maximale vrijheid (ook voor wat de keuze van het fabrikaat betreft) laat aan de verschillende administraties, heeft geleid tot een ongebruikelijke wijze van specificeren op enkele vitale punten; een wijze die ik omhullend zou willen noemen. In de nadere toelichting op de elektro-akoestische aspecten zullen hiervan enkele voorbeelden worden gegeven.

Om te beginnen worden alleen de eisen omschreven die aan het geheel van eindversterkers en luidsprekers gesteld worden, dus *niet* aan elk der componenten afzonderlijk. De ingangsimpedantie van de eindversterkers moet ten minste 3000 ohm bedragen. Gerekend wordt dat de nominale (effectieve) waarde van de ingangsspanning 2 volt bedraagt.

De akoestische output per luidspreker (van één rijtuig dus) met alle luidsprekers aangesloten, moet zodanig zijn, dat:

1) tussen 100 en 8000 Hz de verschillen met het niveau bij 1000 Hz niet groter zijn dan $\pm$ 6 dB;
2) het geluidsniveau van één luidspreker, gemeten in een dode kamer, met alle andere luidsprekers daarbuiten aangesloten, tenminste 90 phone zal bedragen met de meetmicrofoon op 60 centimeter afstand in de as van de luidspreker.

Hierbij komt als praktijkeis dat, bij op maximum ingestelde volumeregelaar in elk compartiment, gemeten op 1.20 m hoogte, terwijl het rijtuig met volle snelheid en gesloten ramen, evenwel niet op bruggen en in tunnels rijdend, het geluidsniveau bij 1000 Hz en nominale ingangsspanning van de versterker, ongeveer 6 phone boven het omgevingslawaai zal liggen.

Deze bepaling verdisconteert dus de grote onderlinge verschillen in omgevingslawaainiveau der verschillende rijtuigen onder dezelfde uitwendige omstandigheden. De juiste instelling moet dus in elk rijtuig individueel eenmaal bepaald, en daarna periodiek gecontroleerd worden.

Een tweede "omhullende" eis is dat bij de toegelaten ingangsspanningen de harmonische vervorming van de akoestische output tussen 100 en 8000 Hz minder dan 8% zal bedragen. Ook hier zijn dus de harmonische vervorming van versterker en luidspreker samengevoegd, teneinde met behoud van ieders vrijheid aan een "uitwendige" kwaliteitseis te kunnen voldoen.

Naast deze eisen zijn natuurlijk algemene eisen voor het ruisniveau gesteld (bij kortgesloten ingang en normaal ingesteld volume – 60 dB of beter aan de uitgang).

Een belangrijk punt in sterk gestoorde omgevingen zoals bij elektrische tractie voorkomen, is de ingangssymmetrie. De ingang moet geisoleerd zijn en een symmetrie van minstens 45 dB bezitten.

Tenslotte mag het niveau van een enkele luidspreker ten gevolge van het al of niet ingeschakeld zijn van alle andere luidsprekers in dit rijtuig met niet meer dan 4 phone variëren.

Evenals voor de eindversterker met de daarbij behorende luidsprekers is ook voor de combinatie van microfoon en voorversterker op essentiële punten een omhullende specificatie opgesteld.

De uitgangsimpedantie van de voorversterker mag maximaal 20 ohm bedragen.

Dan: De effectieve waarde van de uitgangsspanning zal 2 volt bedragen bij een normaal stemvolume voor de bijbehorende microfoon; als normaal stemvolume is gerekend een volume dat een gemiddelde akoestische geluidsdruk op het membraan van de microfoon van 11 baryes (1,1 $N/m^2$) veroorzaakt.

Voorts mag de uitgangsspanning niet meer dan 2 dB variëren indien het aantal aangesloten rijtuigen in de trein van 1 tot 20 varieert (vandaar minstens 3000 ohm ingangsimpedantie van de versterker).

Dan weer: Indien bij uitgeschakelde automatische niveauregeling de microfoon een sinus-vormige geluidsgolf ontvangt die 11 baryes geluidsdruk veroorzaakt (afkomstig van een geijkte luidspreker) mag bij een uitgangsspanning van 2 volt de harmonische vervorming gemeten aan de uitgang van de voorversterker tussen 300 en 8000 Hz niet meer dan 3% bedragen.

De uitgangssymmetrie van de voorversterker moet tenminste 55 dB bedragen.

Het ruisniveau van de voorversterker moet bij kortgesloten ingang waarbij de versterker is ingesteld op 2 volt uitgangsspanning minstens 50 dB beneden dit niveau liggen.

De voorversterkers moeten voorts een automatische niveauregeling bevatten, die er voor zorgt dat de uitgangsspanning van de voorversterker niet meer dan ± 3 dB varieert indien het geluidsniveau aan de microfoon met + of – 15 phones ten opzichte van de als normaal aangenomen geluidsdruk van 11 baryes varieert. Bij een toenemende geluidsdruk moet de com-

pressor binnen 0,1 sec. werken. Het weer terugvallen op het oorspronkelijke niveau moet ongeveer 1 seconde in beslag nemen. De niveauregeling mag de harmonische vervorming van de voorversterker niet tot boven 5% doen toenemen.

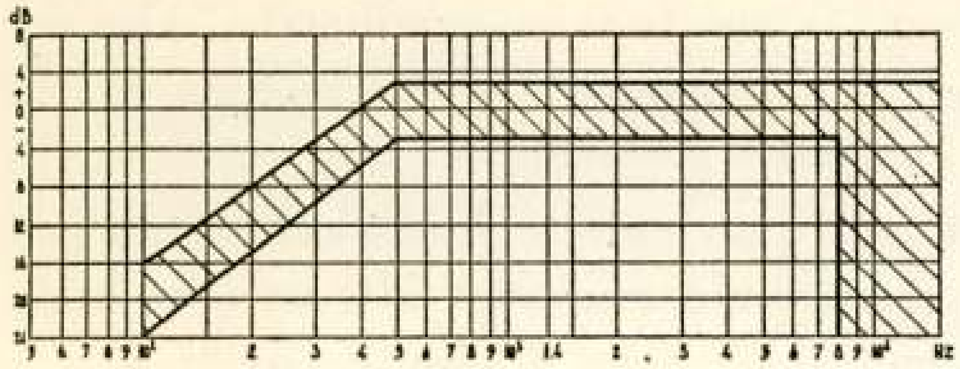


Fig. 2
Voorgeschreven frequentiekarakteristiek van de microfoonvoorversterkercombinatie.

Tenslotte is voorgeschreven dat de combinatie van microfoon en voorversterker een bepaalde frequentiekarakteristiek moet bezitten (zie fig. 2).

Teneinde het in het algemeen hoge omgevingslawaai niet in het luidsprekersysteem te doen doordringen, zijn geluidcompenserende microfoons voorgeschreven die op een afstand van ± 5 cm. besproken moeten worden en daartoe in een telemicrofoon zijn ondergebracht.

Uit de voorgeschreven karakteristiek blijkt dat ter bestrijding van het voor de verstaanbaarheid ongunstige effect van de lage tonen deze (zonder ze geheel weg te snijden) tussen 500 en 100 Hz 20 dB gedrukt worden.

Ik hoop er met het bovenstaande in geslaagd te zijn u een inzicht te geven in de typische problemen die samenhangen met een boeiend stukje internationale samenwerking.

# Omroepinstallaties op spoorwegstations, in het bijzonder op Amsterdam C.S.

door D. Visee *)

Voordracht gehouden voor de Geluidstichting, het Nederlands Radiogenootschap en de sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.V.I. op 2 december 1960.

## Summary

The paper gives a detailed description of the public-address system installed at the railway-station Amsterdam C.S.

## 1. Algemeen

Het doel van omroepinstallaties op stations is in Nederland tweeledig namelijk het doen van mededelingen aan het publiek bij afwijkingen in de treinenloop, wijziging van vertrek-perron, of aanwijzingen bij het overstappen, en hiernaast het geven van dienstaanwijzingen aan het personeel.

In het buitenland wordt tevens mededeling gedaan van treinen die voor vertrek gereed staan, vaak perronsgewijze. Dit laatste werkt op stations waar akoestisch overspreken tussen de diverse perrons bestaat, verwarrend doordat de berichten wel hoorbaar doch niet verstaanbaar zijn.

In Nederland wordt perronsgewijze omroep niet toegepast. Wel wordt onderscheid gemaakt tussen de gedeelten van het station waar de berichten ten behoeve van de reizigers en de gedeelten waar de dienstberichten ten gehore gebracht moeten worden. Behoudens enkele uitzonderingen kan gezegd worden dat de berichten voor de reizigers worden hoorbaar gemaakt op de perrons, in de restauraties en wachtkamers, de tunnels en de hal, de dienstberichten blijven in het algemeen beperkt tot de perrons. Een enkele maal is ook nog de mogelijkheid aanwezig een deel van het emplacement te bespreken ten behoeve van de rangeerdienst en de goederendienst.

*) Centrale Directie der PTT te 's-Gravenhage.

## 2. Het Centrale gedeelte

Een omroepinstallatie als in de aanhef bedoeld bestaat uit: in de eerste plaats een microfoon met cardioïde karakteristiek en de bijbehorende voorversterker en vervolgens een bedieningskastje waarop d.m.v. drukknoppen de installatie in bedrijf gesteld kan worden. In de eenvoudigste uitvoering zijn er 2 drukknoppen, één voor publieke- en één voor dienstberichten. In de meeste gevallen is deze inrichting aangebracht in een spreekcel waarvan de akoestische eigenschappen aan redelijke eisen voldoen en die een behoorlijke geluidsisolatie heeft t.o.v. de soms nogal lawaaiige omgeving. Veelal is deze omgeving een seinhuis, n.l. de post waar de treindienstleider (die meestal het omroepen van de berichten verzorgt) zijn zetel heeft.

Het is weliswaar een extra belasting voor deze meestal toch al druk bezette functionaris, doch het overdragen van de opdracht tot het omroepen van een bericht zou minstens evenveel, zo niet meer tijd vergen met daarbij nog de kans op vergissingen.

Het is hierom dat de bediening van de installatie tot het zojuist genoemde eenvoudige op de knop drukken is beperkt. De sterkteregeling is vast ingesteld evenals de in verband met de akoestiek van het station vereiste frequentiekarakteristiek. In het algemeen is het n.l. gewenst de lage tonen sterk verzwakt weer te geven *).

Deze beide instellingen zijn ondergebracht in de voorversterker. Het ligt in de bedoeling in deze voorversterker, gelijk dit reeds in enkele recente installaties, onder meer die te Amsterdam C.S. is geschied, in het vervolg een dynamiekcompressor onder te brengen waardoor minder hoge eisen aan de gelijkmatigheid van het geluidsvolume van de diverse sprekers gesteld behoeven te worden.

Bij sommige installaties zijn 2 omroeppunten elk voorzien van signalering en wederzijdse vergrendeling aanwezig, b.v. één op de post van de treindienstleider en één op een perronpost. Bij de oudere installaties zijn de energieversterkers ook wel in de omroepcel ondergebracht.

Bij de nieuwere installaties is deze plaats van opstelling verlaten omdat de temperatuur in de cel vooral in de zomer

*) Zie hiertoe de voordracht van Ir. Kleis, opgenomen in dit nummer.

wel eens hoog op kan lopen, hetgeen zowel voor de omroeper als voor de versterkers bijzonder onaangenaam kan zijn.

Tegenwoordig worden de versterkers veelal opgesteld in de verdelerruimte van de telefooncentrale of op een andere voor de onderhoudsdienst van PTT gemakkelijk bereikbare plaats.

Aan de ventilatie en aan de bescherming tegen het indringen van direkt zonlicht dient uiteraard aandacht te worden besteed.

Dit probleem zal aanzienlijk vereenvoudigd worden wanneer transistorversterkers zullen kunnen worden toegepast die slechts ingeschakeld behoeven te zijn gedurende de periodes dat werkelijk gesproken wordt, terwijl de ontwikkelde warmte van een transistorversterker toch al veel geringer is dan bij een buizenversterker van even groot uitgangsvermogen het geval is.

## 3. Het luidsprekernet

Met betrekking tot de toegepaste kabels zij opgemerkt dat hiervoor vrijwel uitsluitend van de kabeltypen met kunststofisolatie en kunststofmantel gebruik wordt gemaakt die sinds jaren met groot succes in de draadomroepnetten van PTT worden toegepast.

De toegepaste luidsprekertypes en hun opstelling verdienen een meer uitvoerige bespreking. Hier immers gaan de akoestische eigenschappen van de diverse stations welke zeer sterk uiteenlopen een doorslaggevende rol spelen.

Alvorens deze verschillen aan een nadere beschouwing te onderwerpen zullen eerst een paar punten van overeenstemming die voor vrijwel elk station gelden, worden genoemd.

De breedte van perrons is in het algemeen vrij gering behalve in de gevallen dat er dienstgebouwen, restauraties e.d. gebouwd zijn.

In een dergelijk geval, zoals bijvoorbeeld Den Haag H.S., kan men beter spreken van twee afzonderlijke perrons welke hier en daar tussen de gebouwen in, met elkaar verbonden zijn.

De lengte van perrons is in het algemeen zeer groot. Immers de meeste stations die voor het aanbrengen van een omroepinstallatie in aanmerking komen moeten treinen van twaalf rijtuigen kunnen behandelen, hetgeen neerkomt op een lengte van ruim *300 meter*. Er zijn stations waar twee treinen in elkaars verlengde kunnen staan, zoals b.v. 's-Hertogenbosch en ook Amsterdam C.S. Hier is de perronlengte ruim *500 meter*.

Bij de geringe breedte in combinatie met de grote lengte ligt

het voor de hand dat de geluidsvoorziening in de lengterichting plaats vindt. Het eenvoudigst zou het zijn om bijvoorbeeld op de helft van de perronlengte twee luidsprekers op te stellen welke in tegenovergestelde richting ieder de helft van het perron zouden toespreken, of beter gezegd toeschreeuwen.

De ervaring heeft echter geleerd dat in de open lucht een afstand van hoogstens 100 meter met redelijke verstaanbaarheid kan worden overbrugd en dan nog slechts onder de voorwaarde dat er geen reflecterende vlakken aanwezig zijn, mits er geen flinke wind in de richting van de luidsprekeropening waait en er weinig omgevingslawaai is. Deze oplossing kan dus slechts toegepast worden voor weinig drukke perroneinden welke niet overdekt zijn. Hierbij worden dan luidsprekers toegepast welke het geluid sterk bundelen, dit ter verbetering van het rendement en ter vermijding van te veel overlast voor de omwonenden.

Het tussenliggende gedeelte van het perron van ca. 100 – 150 meter lengte zou in beginsel vanuit dezelfde punten waar de naar de einden gerichte luidsprekers zijn opgesteld, kunnen worden bestreken door twee naar elkaar toe gerichte luidsprekers. Dit echter geeft aanleiding tot grote moeilijkheden.

Immers bevindt zich een toehoorder ergens tussen de twee luidsprekers in, dan zal het geluid dat door beide luidsprekers tegelijkertijd wordt uitgezonden hem met een zeker tijdsverschil bereiken, tenzij hij zich precies in het midden bevindt.

In verband met een goede verstaanbaarheid mag dit tijdsverschil niet groter zijn dan ongeveer 50 ms hetgeen overeenkomt met een afstands*verschil* tot beide luidsprekers van 17 meter.

Dit houdt in dat slechts in een gebied van 8½ meter ter weerszijden van het midden en wellicht nog enkele meters verder een bevredigende verstaanbaarheid zonder hinderlijke echo's mogelijk is. Het is n.l. niet mogelijk, de reikwijdte nauwkeurig te beperken tot de helft van het totale te bestrijken gebied.

In de nabijheid van één van de luidsprekers zal uiteraard evenmin hinder worden ondervonden van de invloed van de aan de andere zijde opgestelde luidspreker.

Er zal echter, ter weerszijden van de genoemde 17 meter in het midden, een gebied zijn waar de verstaanbaarheid ten gevolge van echo's onvoldoende is. Om deze redenen zal dan ook de onderlinge afstand tussen twee naar elkaar toe sprekende luidsprekers beperkt moeten blijven. In de praktijk is een afstand van ca. 30 meter zeer goed bruikbaar gebleken. Deze

afstand kan zowel in de open lucht als onder overkappingen worden aangehouden.

Summa summarum is de luidsprekeropstelling op perrons dus als volgt: De onoverdekte eindgedeelten kunnen tot over een afstand van maximaal 100 meter vanaf het einde, indien tenminste andere factoren niet leiden tot verkleining van deze




De geluidszuilen op het Amsterdams Centraal Station werden aan de ter plaatse bestaande masten bevestigd.

lengte, worden besproken door sterk bundelende luidsprekers. Tussen de luidsprekers die naar de perroneinden gericht zijn is het te bestrijken gebied opgedeeld in stukken van ca. 30 meter welke gebieden van twee zijden besproken worden door een luidspreker.

In elk luidsprekerpunt zijn dus twee luidsprekers rug aan

rug bevestigd. In hun eenvoudigste vorm kunnen dit zijn twee conusluidspreker-binnenwerken welke met de bijbehorende transformator in een soort dubbele metalen hoorn zijn ondergebracht. Het richteffect van een dergelijke hoorn is uiterst gering. Zijn belangrijkste verdienste is het beschermen van de overigens in een plastic hoes verpakte binnenwerken tegen mechanische beschadiging en weersinvloeden. Dit goedkope type luidspreker kan daar worden toegepast waar weinig galm is en derhalve om die reden geen sterke bundeling van het geluid noodzakelijk is.

Waar wel sterke bundeling gewenst is, zoals op het Centraal Station Amsterdam, worden zuilluidsprekers toegepast. Tegenwoordig bestaan deze uit een kunststofkast, (polyesterhars met glasvezelwapening), waarvan de levensduur naar wij aannemen niet door weersinvloeden nadelig beïnvloed zal worden, waarin zes kleine luidsprekerbinnenwerken in een plastic hoes verpakt, alsmede een transformator zijn ondergebracht.

Deze zuilen welke ruim 90 cm hoog zijn, zijn door middel van rubber schokdempers en een stelinrichting bevestigd aan hun steunpunten. De schokdempers voorkomen het optreden van grote mechanische spanningen op de kasten en verschaffen de zuilen bewegingsvrijheid voor het geval zij aangereden worden b.v. door hoog opgeladen perronwagens.

Door middel van de stelinrichting kan de richting van de zuilen nauwkeurig worden bepaald.

Bij het zoëven beschreven systeem van naar elkaar toe sprekende luidsprekers op 30 meter afstand moeten de zuilen zo ingesteld worden dat hun middelloodlijnen elkaar snijden precies midden tussen de opstellingspunten en wel op 1,50 meter boven de perronbestrating; dit is n.l. de gemiddelde hoogte van de oren van staande of lopende reizigers.

Dat een zuilluidspreker, mits op de juiste wijze ingesteld, zijn taak in een omgeving met galm zoveel beter verricht dan een enkel binnenwerk, is het gevolg van de omstandigheid, dat de verhouding tussen direct en indirect geluid veel gunstiger is ten gevolge van de bundelende werking in het verticale vlak. De bijdrage aan de galm van de geluidsenergie, welke in de verkeerde richting wordt uitgestraald is dientengevolge relatief veel kleiner. De bijdrage aan de galm van de in de gewenste richting uitgestraalde geluidsenergie kan verminderd worden door de keuze van de meest gunstige positie voor de

zuilen ten opzichte van reflecterende vlakken. Hierdoor kunnen tevens hinderlijke echo's vermeden worden.

## 4. De omroepinstallatie te Amsterdam C.S.

De nieuwe omroepinstallatie van het Centraal Station, waarvan thans enkele nadere bijzonderheden volgen, wijkt voor wat de opstelling van de luidsprekers betreft, af van het tot dusverre gevolgde procédé.

Ongeveer tien jaar geleden kwam voor het eerst een toespreekinstallatie tot uitvoering in een ruimte met een grote nagalmtijd, waarbij gebruik wordt gemaakt van luidsprekers, welke naarmate zij verder van de spreker verwijderd zijn, op een later tijdstip het gesprokene weergeven.

Deze vertraagde sturing van de luidsprekers wordt bewerkstelligd door middel van een draaiende schijf met een magnetiseerbare rand, langs welke rand een aantal magnetofoonkoppen zijn opgesteld.

Achtereenvolgens passeert een bepaald deeltje van de schijf een wiskop, een opneemkop en vervolgens een aantal afspeelkoppen.

De luidsprekers in de onmiddellijke nabijheid van de spreker worden gevoed door een energieversterker welke zonder vertraging, dus rechtstreeks op de microfoonvoorversterker is aangesloten, terwijl de verder verwijderde luidsprekers, al naar hun afstand tot de spreker worden gevoed door energieversterkers, aangesloten op de afspeelkoppen langs de magnetische schijf.

Het is duidelijk dat de vertragingstijd afhankelijk is van de omtreksnelheid van de schijf en van de afstand van de afspeelkoppen tot de opneemkop. Deze afstanden zijn instelbaar.

De bedoelde installatie, namelijk die in de St. Paul's Cathedral in Londen, werd een groot succes daar het mogelijk bleek een goede verstaanbaarheid door de gehele kerk te verkrijgen.

Bij deze installatie wordt tevens gebruik gemaakt van het Haas-effect teneinde de toehoorders te suggereren dat ze het geluid rechtstreeks uit de mond van de spreker horen en niet uit de luidsprekers, hetgeen de natuurlijkheid vergroot. Andere kerken zijn intussen van dergelijke installaties voorzien.

Daar de akoestische omstandigheden onder de beide hoge overkappingen van het Centraal Station een grote overeenkomst vertonen met die van grote kerken, was het een interessante

gedachte, gebruik makende van de vermelde bouwstenen, alhier een installatie te projecteren waarbij eveneens gebruik wordt gemaakt van vertraagd geluid. In prettige samenwerking tussen N.S., Philips en PTT werd een plan uitgewerkt waarbij het de opzet was om als het ware van het midden van de overkappingen uit, dus van het "Seinhuis" af gerekend, een lopende geluidsgolf op te wekken naar de beide uiteinden van de overkapping, welke geluidsgolf onderweg langs de perrons op bepaalde plaatsen en op het juiste tijdstip versterkt zou worden door middel van luidsprekers, aangesloten op energieversterkers welke hun ingangssturing via een vertragingsmachine verkrijgen.

Proeven toonden aan dat deze opzet gezond was.

Wel bleek bij de nadere uitwerking dat de toepassing van vertraging op de gedeelten van de perrons welke in westelijke richting grenzen aan de middenbrug, op welke gedeelten obstakels in de vorm van restauratiegebouwen en liften voorkomen, weinig zinvol was en dat deze gedeelten veel beter op de gebruikelijke wijze in twee secties van 30 meter verdeeld van weerszijden van geluid voorzien konden worden.

De werkwijze was onder meer gewenst ter voorkoming van schaduwwerking en hinderlijke reflecties. Rug aan rug met de uiterste luidsprekers van dit traject van 60 meter zijn luidsprekers opgesteld welke elk 30 meter perron van geluid voorzien.

Aldus ontstond een zone met een lengte van ca. 120 meter welke geheel van onvertraagd geluid wordt voorzien en daarom in het vervolg *O*–zone genoemd wordt.

Aan het einde van deze *O*–zone bevinden zich aan de Oost- en aan de Westzijde de eerste luidsprekers welke vertraagd geluid weergeven in de richting van het einde van de overkapping.

De afstand tussen de uiterste luidsprekers van de *O*-zone en deze luidsprekers van de 1–zone bedraagt 30 meter zodat de aan deze luidsprekers toegevoerde elektrische sturing 100 ms vertraagd moet zijn ten opzichte van de sturing van de *O*–zone.

Deze situatie herhaalt zich nu in zowel oostelijke als in westelijke richting elke 30 meter waardoor respectievelijk de 2–zone en de 3–zone ontstaan.

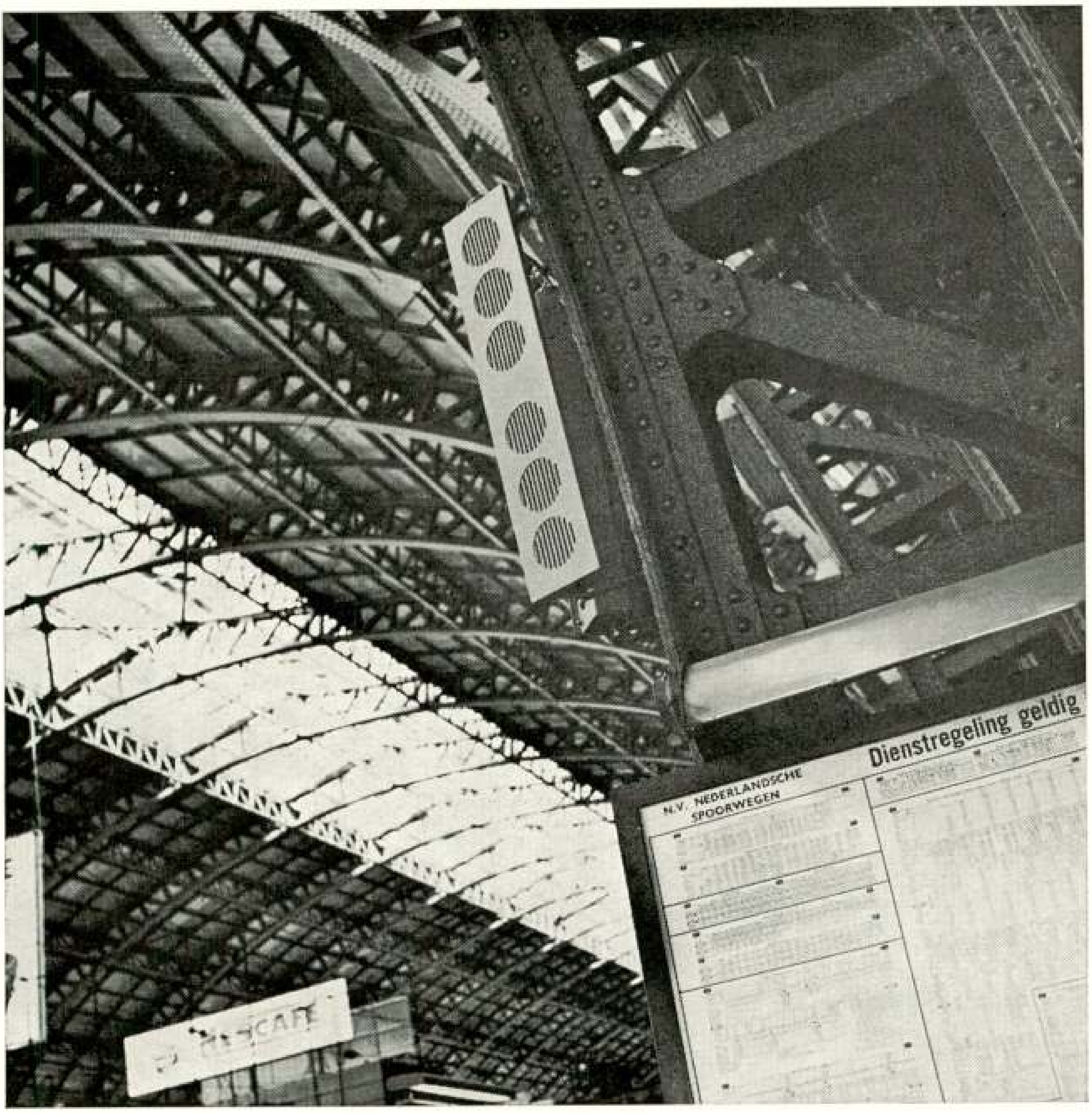
In de westelijke richting zijn de luidsprekers van de 3–zone aangebracht aan het einde van de eerste overkapping.

In de oostelijke richting is dit niet het geval; hier bedraagt

de afstand van de luidsprekers van zone 3 tot het eind van de overkapping nog ca. 50 meter.

Dit is het gevolg van de omstandigheid dat de *O*–zone hoofdzakelijk aan de westzijde ligt van het midden van de overkapping.

Deze omstandigheid is bepaald niet ongunstig, aangezien de




Dichtbij-opname van enkele der geluidszuilen op het Amsterdams Centraal Station.

lengte van de perrons, dus met inbegrip van de niet overdekte gedeelten in westelijke richting, ten opzichte van het midden van de kap ca. 290 meter tegen in oostelijke richting ca. 240 meter bedraagt.

Dit maakt het mogelijk dat de luidsprekers van zone 4 aan de westzijde konden worden bevestigd aan de bagagebrug welke

ongeveer 50 meter buiten de eerste overkapping dwars over perrons en sporen loopt, terwijl de luidsprekers van zone 4 aan de oostzijde eveneens op ca. 50 meter afstand van de luidsprekers van zone 3 in de nabijheid van het oostelijke einde van de beide overkappingen konden worden opgesteld.

Aldus konden de luidsprekers van zone 4 benut worden voor de geluidsvoorziening van de onoverdekte einden van de perrons welke 90 – 100 meter lang zijn.

In verband met deze grote te overbruggen afstand zijn deze zuilen dubbel uitgevoerd, dat wil zeggen er zijn er telkens 2 boven elkaar geplaatst waardoor een zuil van de dubbele lengte met het daaraan verbonden voordeel van een nog betere bundeling verkregen wordt.

Het elektrische vermogen dat aan de zuilen wordt toegevoerd, is niet voor alle zuilen gelijk.

De impedantie van de zuiltransformatoren is zodanig instelbaar dat bij de maximale effectieve uitgangsspanning van de versterkers van 70 volt het aan de zuilen toegevoerde vermogen naar keuze 1,5; 3 of 6 watt bedraagt.

Het vermogen van 1,5 watt per zuil wordt toegepast voor de luidsprekers van de *O*–zone welke op de orthodoxe wijze in paren gebieden van 30 meter lengte van geluid voorzien.

Een vermogen van 3 watt wordt toegepast voor de zuilen die individueel een lengte van 30 meter bestrijken onder de kap, terwijl 6 watt geleverd moet worden door de luidsprekers in de open lucht. Overwogen is nog de aan de zuilen toe te voeren energie afhankelijk te maken van het omgevingslawaai.

Het is duidelijk dat de nodige correctie, zo deze ter plaatse van het hoogste stoorniveau mogelijk zou zijn, van perron tot perron, van zone tot zone en aan de oostzijde en aan de westzijde verschillend zou moeten zijn.

De afbreuk, welke deze complicaties ongetwijfeld zouden doen aan de bedrijfszekerheid, alsmede de hogere kosten welke aan deze voorzieningen verbonden zouden zijn geweest, hebben er vanaf doen zien deze faciliteit aan te brengen.

De versterkerinstallatie voor de voeding van deze in totaal 129 zuilen op de perrons met daaraan nog toegevoegd de nodige luidsprekers in tunnels, restauraties en diverse dienstvertrekken is uiteraard nogal fors uitgevallen en bestaat uit 8 versterkers met een uitgangsvermogen van 70 watt.

Tezamen met een reserveversterker en de vertragingsmagnetofoon zijn deze apparaten ondergebracht in een rek dat is op-

gesteld in de verdelerruimte van de telefooncentrale op het 1e perron.

De verdeling van de zones over de versterkers is als volgt: de *O*–zone wordt gevoed door 2 versterkers, de zones 1, 2 en 3 elk door 1 versterker, zone 4 door 2 versterkers, de overige luidsprekers in voor het publiek toegankelijke ruimten door 1 versterker, welke onvertraagd wordt gestuurd.

Deze laatste versterker doet alleen dienst bij berichten uitsluitend voor de reizigers.

De overige 7 versterkers zijn in bedrijf zowel voor berichten voor de reizigers als voor dienstberichten.

De ingangen van de versterkers zijn voor wat de onvertraagde groepen luidsprekers betreft rechtstreeks aangesloten op de kabel welke van de microfoonversterker komt. Hetzelfde geldt voor de opneemversterker van de vertragingsmagnetofoon.

De versterkers van de vertraagde zones worden gevoed door de op passende afstanden opgestelde weergeefkoppen van de vertragingsmachine.

Voor de eerste zone bedraagt de vertraging zoals reeds werd vermeld ca. 100 ms, voor zone 2:200 ms, voor zone 3:300 ms, voor zone 4 iets meer dan 400 ms in verband met de grotere afstand tussen de luidsprekers van zone 3 en die van zone 4.

De toegepaste magnetofoon is voorzien van een eindloze band van het normale type van $\frac{1}{4}''$ breedte. De band wordt gestart wanneer de installatie voor het doen van een mededeling wordt ingeschakeld en beweegt dan met een snelheid van $76 \frac{cm}{sec}$.

De versterkers staan normaal in de "stand-by" stand. Bij mededelingen voor de reizigers wordt van alle 8 in dienst zijnde versterkers door middel van relais de gelijkspanning ingeschakeld; bij dienstberichten gebeurt hetzelfde met de 7 zoneversterkers.

Teneinde overlast voor de omwonenden zoveel mogelijk te voorkomen, worden de versterkers van zone 4 tussen 23.00 en 7.00 uur door middel van een schakelklok geblokkeerd zodat de luidsprekers van zone 4 gedurende deze nachturen geen geluid geven. Behalve de reeds genoemde apparaten bevindt zich in het rek nog een bedieningspaneel alsmede een paneel met neon-lampjes die oplichten als de versterkers spanning geven.

Maakt men voor de microfoon een impulsachtig geluid, dan

ziet men onmiddellijk de beide lampjes van zone *O* oplichten en vervolgens respectievelijk de lampjes van de volgende zones.

De voorversterkerinstallatie bevindt zich in het „seinhuis". Deze installatie bevat 2 voorversterkers waarvan 1 in bedrijf is en de andere in reserve staat; verder een bedieningspaneel met controlelampjes welke het N.S.-personeel waarschuwen als de installatie gestoord mocht raken.

De voorversterkers zijn voorzien van dynamiek-compressors welke werken met gebruikmaking van licht-gevoelige cadmiumsulfide weerstanden.

De frequentiekarakteristiek van de voorversterkers is zodanig ingesteld dat de frequenties beneden 1000 Hz met ca. $10 \frac{dB}{octaaf}$ worden verzwakt.

Dit is gewenst omdat door dit frequentiegebied ong. 90% van het totale vermogen van de spraak wordt bijgedragen, terwijl de bijdrage tot de verstaanbaarheid van dit frequentiegebied slechts ongeveer 25% bedraagt.

Drastische beperking van de weergave van dit frequentiegebied heeft dus als voordeel dat een belangrijke bijdrage tot het optreden van galm wordt voorkomen, terwijl de verstaanbaarheid slechts in geringe mate wordt beïnvloed.

Hierin ligt ook de verklaring van het feit dat een damesstem in een ruimte met veel galm veel beter verstaanbaar is dan een mannenstem.

Van de voorversterker gaan we nu terug naar het begin van de keten van onderdelen waaruit de installatie bestaat, welk begin wordt gevormd door de omroepcel met daarin de cardioïde microfoon en de bedieningsdrukknoppen voor "Publiek" en "Dienst".

In deze spreekcel zijn ook weer de neonlampjes aangebracht, welke de spreker laten zien of hetgeen hij zegt, ook inderdaad door de versterkers wordt versterkt en naar de luidsprekers gevoerd. Indien de lampjes bij een overigens in orde zijnde installatie niet oplichten, is dit voor de spreker een aanwijzing luider te spreken.

## 5. **Besluit**

Tenslotte wil ik nog opmerken dat hoe goed de technische kwaliteiten van de stationsomroepinstallaties ook mogen zijn,

het uiteindelijk resultaat staat of valt met de geschiktheid van de sprekers.

Het is voor de Directie van de N.S. dan ook een onderwerp van voortdurende zorg dat de mensen, die de omroepinstallaties moeten bedienen en die dit moeten doen tussen hun vaak drukke en verantwoordelijk werk door, op het punt van de spraakkwaliteit goed geïnstrueerd worden. De N.S. beschikken daartoe over een transportabele instructie-installatie met behulp waarvan de omroepers kunnen "droog zwemmen" onder het kritisch gehoor van een instructeur en een aantal collega's.

Met deze verwijzing naar de invloed welke de mens heeft op het welslagen van zijn technische scheppingen zij deze voordracht besloten.

---

*Manuscript ontvangen op 30 augustus 1961.*

## PROEFNET VOOR GECOMBINEERDE DOORGIFTE VAN TELEVISIE- EN RADIOPROGRAMMA'S

Binnenkort zal in Den Haag — en wel in het Bezuidenhout — een begin worden gemaakt met de aanleg van een proefnet voor een gecombineerde doorgifte van het televisieprogramma en de radioprogramma's volgens een nieuw systeem.

De programma's zullen, in tegenstelling met vroegere proeven, ontvangen kunnen worden met normale televisie-ontvangers resp. radiotoestellen voorzien van FM-band.

Het systeem biedt de mogelijkheid om meer programma's door te geven, in welk geval het voor de aangeslotenen niet nodig zal zijn daarvoor afzonderlijke antennes of frequentie-omzetapparatuur aan te schaffen.

Het nieuwe systeem verschilt principieel van dat, hetwelk destijds is toegepast bij het onderzoek naar de technische mogelijkheden tot doorgifte van beeldsignalen.

Zoals bekend zijn enkele jaren geleden door PTT in een tweetal draadomroepnetten in de bestaande bebouwing in Den Haag praktijkproeven genomen. Hierbij werden televisiesignalen, met een normale antenne op een gunstig punt in de stad ontvangen, via het draadomroepnet naar een aantal proefaansluitingen getransporteerd. Ten gevolge van de elektrische eigenschappen van het net geschiedde het transport op dusdanige wijze, dat bij de aansluitingen speciaal voor dat doel gewijzigde ontvangers moesten worden toegepast. Hoewel de kwaliteit zowel als de storingvrije ontvangst zeer goed te noemen waren, bleef een aantal bezwaren bestaan.

Recente technische ontwikkelingen hebben het PTT mogelijk gemaakt deze bezwaren te ondervangen, daarenboven biedt — zoals gezegd — het thans gevolgde systeem in beginsel meer mogelijkheden. De voorgenomen plannen hebben uitsluitend een proefkarakter met het doel de nodige ervaring in de praktijk te kunnen opdoen.

Het is nog te vroeg om thans reeds voorspellingen te doen omtrent toepassing van dit systeem op ruimere schaal. Opgemerkt kan worden, dat in het buitenland met soortgelijke oplossingen gunstige ervaringen zijn opgedaan.

---

## DE PHILIPS NUVISTOR

Speciaal voor toepassing in industriële en professionele elektronische schakelingen heeft Philips zijn omvangrijke reeks elektronenbuizen uitgebreid met de Nuvistor. Hieronder wordt op het essentiële van deze nieuwe verschijning nader ingegaan. De Nuvistor, die naast de bestaande SQ-buizen een eigen plaats zal gaan innemen, is volgens een nieuwe technologie vervaardigd. Bij de constructie, die is gebaseerd op een concentrische opbouw van cilindrische buisonderdelen, heeft men nuttig gebruik gemaakt van de mogelijkheden die de metaal- en keramische techniek heeft te bieden. Dank zij deze nieuwe ontwikkeling zijn niet alleen de afmetingen van de Nuvistor slechts weinig groter dan van een vergelijkbare transistor, doch worden tevens geheel nieuwe perspectieven ten aanzien van de elektronentechniek geopend.

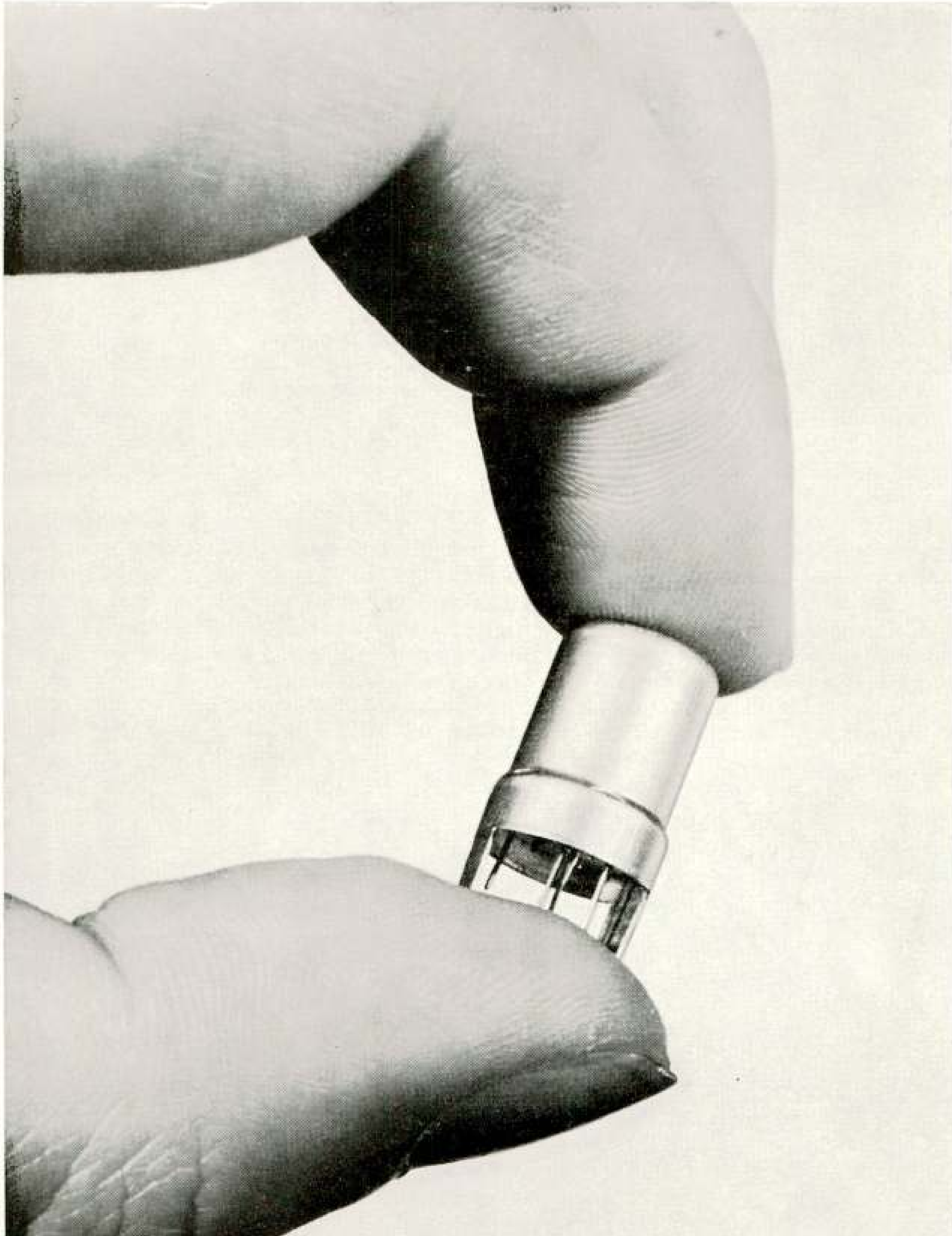
De belangrijkste eigenschappen die het kleine en compacte buisje heeft te bieden zijn onder meer: een goede bestandheid tegen schokken en trillen, lange levensduur, een grote uniformiteit, een hoge mate van onafhankelijkheid van de omgevingstemperatuur, een uitstekende stabiliteit van de elektrische eigenschappen ook bij hoge omgevingstemperaturen, een laag energieverbruik, geringe afmetingen, een lage ruisfactor en zeer goede hoogfrequent eigenschappen.

### *Constructie*

Het elektrodensysteem heeft als basis een starre keramische bodemplaat die ook bij hoge temperaturen stabiel blijft. Iedere elektrode vormt tezamen met zijn drager — een metalen schijfje of kegel — een stijf geheel, dat met behulp van drie sterke pennen in de bodemplaat van de buis is bevestigd. Deze in zijn totaliteit stijve constructie zonder micaplaatjes is, naast de bijzondere metalen omhulling typerend voor de Nuvistor. Dank zij de stijve constructie is de buis bestand tegen

schokken en trillen. Het bij iedere elektrode behorende drietal pennen is zó op de keramische bodemplaat gerangschikt, dat ze de hoekpunten van een gelijkzijdige driehoek vormen.

De driehoeken zijn qua grootte en plaatsing op zodanige manier op de bodem-



plaat aangebracht, dat de pennen relatief ver van elkaar staan. De onderlinge afstand is beduidend groter dan bij een met micaplaatjes uitgeruste versterkerbuis, hetgeen op zich reeds een verbetering van de isolatie betekent. Daar komt dan bij dat in een micaloze opbouw ook geen damp uit de kathode op het mica kan neerslaan waardoor de isolatie wordt verslechterd.

Alle verbindingen die in het elektrodensysteem gemaakt moeten worden, komen gelijktijdig tot stand door hardsolderen bij een temperatuur van circa 1100° C in een atmosfeer van zuivere waterstof. Dit procédé vindt plaats in een mal, waardoor zeer nauwe maattoleranties en een grote uniformiteit worden verkregen. Omdat elk onderdeel van de Nuvistor tijdens de fabricage aan dezelfde hoge temperatuur wordt blootgesteld, treden in de gebruikte materialen geen mechanische spanningen op.

Bij 1000° C wordt het vacuum getrokken en de keramische buisbodem luchtdicht met de metalen mantel verbonden. Dank zij de hoge temperatuur vindt een uitstekende ontgassing plaats, hetgeen een zeer lange levensduur, zelfs bij hoge omgevingstemperaturen, waarborgt.

*Anode, kathode en rooster*

Het materiaal en de dikte van de elektrodendragers is zo samengesteld, dat de kathodedrager de geproduceerde warmte vasthoudt. De kathode houdt zo een gelijkmatige hoge temperatuur, waardoor de stabiliteit van de emissie zeer goed is. Het rooster en de anode daarentegen zijn, om de temperatuur van deze elektroden laag te houden, voorzien van verkoperde elektrodendragers met een relatief groot oppervlak, die de warmte goed geleiden. Een verbetering van de mikrofonie is verkregen door het rooster als maasrooster uit te voeren. Op de kruispunten zijn de horizontale en de verticale draden aaneen gesoldeerd. Een dergelijk rooster is zo hecht van constructie, dat de stevigheid met die van de anode en kathode vergeleken kan worden. De afstand tussen twee soldeerpunten is dusdanig gering en een vrij bewegende draadlengte zo kort, dat eventuele draadtrillingen (resonantie van het rooster) slechts bij een zeer hoge frequentie eventueel kunnen optreden en dientengevolge niet hinderlijk zijn.

De cilindrische roostervorm komt volkomen overeen met die van de anode en kathode, zodat het kathode-oppervlak volledig wordt benut, hetgeen de steilheid van de buis zeer ten goede komt.

De kathode van de Nuvistor bestaat uit twee over elkaar geschoven buisjes; het binnenste, de uit een chroom-nikkel legering vervaardigde kathodedrager, wordt tijdens het hardsolderen van het gehele systeem door middel van de kathodeflens vast met de dragers verbonden. Het emissiemassa dragende buitenste buisje schuift men hier later overheen. Tijdens de temperatuurverhoging bij het pompproces worden beide buisjes door chroomdiffusie onverbrekelijk samengevoegd. De gloeidraad is slechts daar gespiraliseerd waar warmte-afgifte is vereist. Dit resulteert in een lager verbruik en een betere temperatuurverdeling over de kathode.

*Hardsolderen*

Het hardsolderen verloopt in drie fasen. In de eerste wordt het rooster, en in de tweede het elektrodensysteem met houders in de keramische bodemplaat gesoldeerd. In de derde fase wordt het stalen omhulsel met de bodemplaat verbonden en de buis gesloten. Tijdens de eerste fase maakt men gebruik van een kopernikkel legering als soldeermateriaal, in de tweede fase van koper en in de derde van koper-goud legering.

*Technische gegevens*
*Nuvistor-trioden 7586 en 7895*

| Maximaal toelaatbare waarden | | | | 7586 | 7895 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anodespanning bij $I_a$ = 0: | $V_{ao}$ | = | max. | 330 | 330 | V |
| Anodespanning: | $V_a$ | = | max. | 110 | 110 | V |
| Anodedissipatie: | $W_a$ | = | max. | 1 | 1 | W |
| Neg. roosterspanning: | $-V_g$ | = | max. | 55 | 55 | V |
| Pos. roosterspanning: | $+V_g$ | = | max. | 4 | 2 | V |
| Roosterstroom: | $I_g$ | = | max. | 2 | 2 | mA |
| Roosterlekweerstand: | $R_g$ | = | max. | 0,5 | 0,5 | M $\Omega$ |
| Kathodestroom: | $I_k$ | = | max. | 22 | 15 | mA |
| Spanning tussen kathode en gloeidraad: | $V_{kf}$ | = | max. | 100 | 100 | V |

Karakteristieke gegevens:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Anode-voedingsspanning: | $V_{ba}$ = | gem. | 75 | 110 | V |
| Anodestroom: | $I_a$ = | gem. | 10,5 | 7 | mA |
| Roosterspanning: | $V_g$ = | | 0 | 0 | V |
| Roosterspanning bij $I_a = 10\,\mu A$: | $-V_g$ = | gem. | 6,5 | 4 | V |
| Steilheid: | $S$ = | gem. | 11,5 | 9,4 | mA/V |
| Steilheid bij $V_f = 5{,}7$ V | $S'$ = | min. | 9 | 6,9 | mA/V |
| Versterkingsfactor: | $\mu$ = | gem. | 33 | 64 | |
| Inwendige weerstand: | $R_i$ = | gem. | 2,9 | 6,8 | k $\Omega$ |
| Gloeispanning: | $V_f$ = | | 6,3 | 6,3 | V ± 10% |
| Gloeistroom: | $I_f$ = | | 140 | 135 | mA |
| Buiscapaciteiten: | $C_g$ = | gem. | 4 | 4,2 | pF |
| | $C_a$ = | gem. | 1,4 | 1,7 | pF |
| | $C_{ag}$ = | gem. | 2,2 | 0,9 | pF |
| | $C_{ak}$ = | gem. | 0,2 | 0,22 | pF |
| | $C_{kf}$ = | gem. | 1,4 | 1,3 | pF |

*Nuvistor-tetrode 7587*

Voorlopige technische gegevens
(klasse A instelling)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anode-voedingsspanning: | $V_{ba}$ = | 125 | V |
| Anodestroom: | $I_a$ = | 10 | mA |
| Schermroosterspanning: | $V_{g2}$ = | 50 | V |
| Schermroosterstroom: | $I_{g2}$ = | 2,7 | mA |
| Roosterspanning bij $I_a = 10\,\mu A$: | $-V_g$ = | 4,5 | V |
| Steilheid: | $S$ = | 10,6 | mA/V |
| Kathodeweerstand: | $R_k$ = | 68 | $\Omega$ |
| Inwendige weerstand: | $R_i$ = | 200 | k $\Omega$ |
| Gloeispanning: | $V_f$ = | 6,3 | V ± 10% |
| Gloeistroom: | $I_f$ = | 150 | mA |

---

## ITT STANDARD DATA TRANSMISSIE

Sedert ± drie jaar zijn bij de Standard Telecommunication Laboratories (STL) te Harlow onderzoekingen gedaan betreffende de overbrenging van digitale gegevens over normale geschakelde telefoonlijnen.

Door het toenemende gebruik van elektronische rekenmachines zowel in de administratieve als in de wetenschappelijke sector is de vraag ontstaan naar veel hogere snelheden bij het overbrengen van de digitale gegevens dan met de thans beschikbare faciliteiten economisch mogelijk is. Van de vele mogelijkheden hiertoe is het gebruik van het bestaande geschakelde telefoonnetwerk een van de meest aantrekkelijke oplossingen.

Hierbij kan de abonnee, na de gewenste verbinding op de normale wijze tot stand te hebben gebracht, overschakelen naar een data toestel met behulp waarvan de digitale gegevens 20 tot 40 maal sneller kunnen worden overgebracht dan bij een normale telexverbinding.

Als de data zijn overgebracht kan de normale telefoon(spraak)verbinding weer worden hersteld en op de gewone wijze worden verbroken.

Het telefoonnetwerk is in de eerste plaats ontworpen voor spraakoverdracht

en is daarom mede gebaseerd op bepaalde menselijke spraak- en oorkarakteristieken. Dientengevolge kan een dergelijk netwerk perfect zijn voor spraakcommunicatie doch ongeschikt voor data transmissie. Vooral ruis en onderbrekingen zijn voor data transmissie zeer kritische factoren. Het menselijk oor zal ruisverschijnselen en onderbrekingen van korte duur (enige milliseconden) gemakkelijk overbruggen, bij data transmissie zullen in dergelijke gevallen onvermijdelijk fouten optreden.

Bij geschakelde verbindingen treedt ruis vooral op ten gevolge van niet goed contact maken (o.a. overgangsweerstand) bij mechanische vibratie b.v. door naburige relais of kiezers of zelfs door wegverkeer.

Hoewel de invloed van dit soort verschijnselen kan worden geëlimineerd door toepassing van frequentie-modulatie in plaats van amplitude-modulatie is het toch noodzakelijk voor het ontwerp van data transmissie systemen, fouten detecties en correctieprocedures etc. inzicht te hebben in de algemene eigenschappen van de bij geschakelde verbindingen optredende ruisverschijnselen.

Sinds november 1959 heeft STL in samenwerking met de GPO (Engelse PTT) metingen uitgevoerd om fouten percentages- en verdeling van het telefoonnetwerk te bepalen.

De door een bandlezer van een ponsband gelezen gegevens worden gevoerd naar de FM zender van het data toestel, welke kan werken met snelheden tot 1200 Baud.

Twee frequenties, binnen zekere grenzen instelbaar, corresponderen met de „1" en „0" toestanden van de digitale informatie. Via verliesvrije kabels worden deze signalen gevoerd naar de GPO laboratoria te Londen, vanwaar zij over de te meten telefoonverbindingen worden gezonden, waarin districts en locale centrales zijn opgenomen. Een voorbeeld van een dergelijke verbinding is Londen-Carlick-Swansea-Londen.

Aan de ontvangzijde (te Harlow) worden de overgebrachte gegevens vergeleken met de uitgezondene, elke ontdekte individuele fout wordt geponst op een ponsband door een Creed Model 3000 pons. De aldus geproduceerde „fouten"-band wordt hierna geanalyseerd door een Stantec Zebra computer

*Metingen van foutenaantallen en hun verdeling.*

Hierbij worden binaire data signalen van een data signaal generator omgezet in spraakfrequentiesignalen door de modulator unit van een data transmissie modem (*Mo*dulator en *Dem*odulator) en aan een lijn toegevoerd.

Aan de ontvangzijde wordt het signaal wederom omgezet in binaire datasignalen via de demodulator, die gekoppeld is met apparatuur voor foutenanalyse.

In de apparatuur voor foutenanalyse worden inkomende signalen vergeleken met het vertraagde oorspronkelijke signaal. Alle verschillen tussen deze beide signalen kunnen worden gemeten. Via de foutenverdeling meetapparatuur kan de samenhang tussen de fouten en toegepaste bloklengten worden bepaald.

*Data transmissie met automatische foutencorrectie.*

ITT-Standard ontwikkelde eveneens apparatuur voor automatische foutendetectie en correctie teneinde een betrouwbare overdracht van digitale gegevens over verbindingen van slechte kwaliteit te waarborgen. Het systeem berust op correctie door middel van herhaalde transmissie. De gegevens worden met hoge snelheid overgebracht over de lijn terwijl controlesignalen met lage snelheid over een retourleiding worden teruggezonden ter bevestiging van de goede ontvangst.

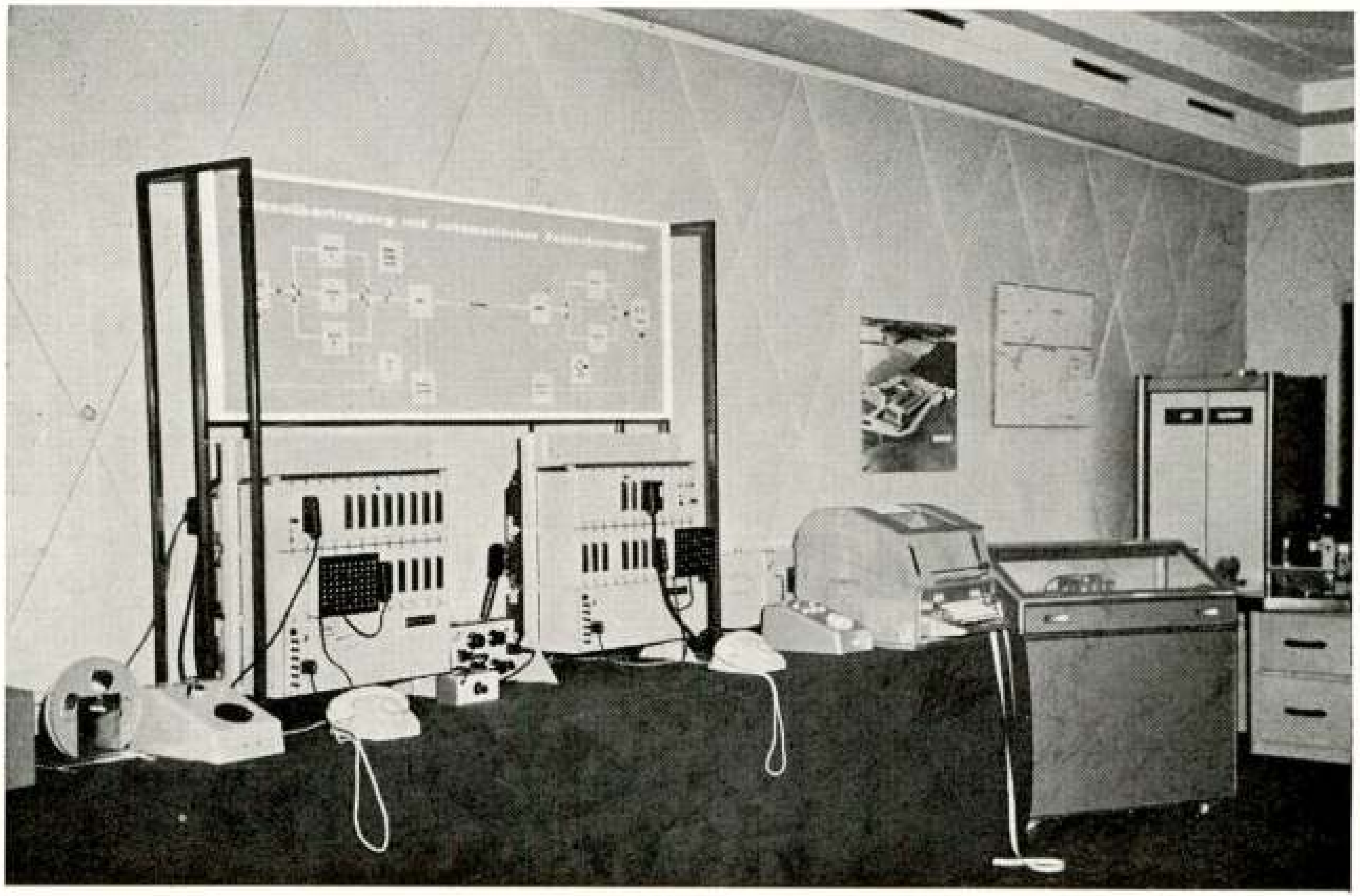
De berichten of gegevens zijn verdeeld in blokken met constante lengte (42 bits) en elk blok wordt apart gecodeerd. Het blok wordt beschermd door rij, kolom en diagonaal parity controle, waartoe 21 extra bits aan het blok worden toegevoegd. Hierdoor kan aan de ontvangzijde de juistheid van het bericht worden vastgesteld.

Deze apparatuur kan zowel voor geschakelde als voor vaste telefoonverbindingen worden gebruikt.

De gewenste telefoonverbinding wordt op de normale wijze tot stand gebracht waarna de informatie via een apart toestel kan worden verzonden onafhankelijk van een eventuele bezetting van het ontvangstation.

Onder de meest ongunstige omstandigheden, d.w.z. bij lijnen van uiterst slechte kwaliteit, wordt slechts 1 op de 5.000.000 foutief overgekomen blokken niet als zodanig herkend; een dergelijk blok heeft gemiddeld 4 tot 6 foutieve tekens, die willekeurig over het blok verspreid kunnen zijn. Bij normale verbindingen is deze verhouding 1 : 50.000.000, De verwerkingssnelheid kan variëren van 0...10 k baud.

Tezamen met modem apparatuur kan het EDC systeem worden gebruikt op het gehele gebied Data transmissie en data verwerking op afstand; onafhankelijk van de gebruikte codering of periferie-apparatuur kan EDC toegepast worden voor van band naar band, kaart naar kaart of computer naar computer transmissie.



*Een overzicht van de Data transmissie apparatuur met automatische foutencorrectie.*

*Demonstratie Data transmissie en Data bewerking op afstand.*

Een STANTEC elektronisch informatieverwerkend systeem opgesteld in de Standard Telecommunication Laboratories te Harlow, Engeland, werd bediend via demonstratie-apparatuur, opgesteld in het Grand Hotel Krasnapolsky te Amsterdam ter gelegenheid van een demonstratie voor de pers op 29 november 1961. Data werden overgebracht naar Harlow, daar in de computer verwerkt, de antwoorden teruggezonden over telefoonlijnen en gedrukt op de aanwezige bladschrijver.

De demonstratie kwam tot stand met medewerking van de Nederlandse en Engelse PTT, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vierdraads telefoonlijn. De in Harlow opgestelde computer voerde een aantal demonstratieprogramma's uit.

Een vijf-eenheden-code is gebruikt voor de demonstratiebanden.

De bandlezer output wordt naar „logica apparatuur" gezonden en daar omgezet van parallel naar serie met toevoeging van twee „parity bits" t.b.v. foutendetectie.

De data output van de logica apparatuur wordt toegevoerd aan een data transmissie MODEM (*Mo*dulator en *De*modulator), verbonden met de lijn naar Harlow. In Harlow wordt elk ontvangen teken automatisch op parity gecontroleerd, van serie naar parallel omgezet en toegevoerd aan de computer, die overeenkomstig het programma de gegevens verwerkt. Bij het bemerken van een

fout in de transmissie zendt de computer een herhaalsignaal uit waarna de gehele boodschap herhaald wordt.

In geheel West-Europa zijn langdurige proeven genomen in overleg met de verschillende PTT-diensten, waarbij allerlei soorten korte en lange afstand verbindingen zijn beproefd. Fouten aantallen en hun verdeling zijn gedurende twee jaar geregistreerd en geanalyseerd.

---

## RICHTINGBEPALING D.M.V. DOPPLER-EFFECT

„Standard Telephones & Cables, Londen" demonstreerde tijdens de Farnborough Air Show een nieuwe, zéér nauwkeurige VHF automatische peiler. Tot nu toe was het gebruikelijk peilingen te verrichten met een kunstmatig opgewekt Doppler-effect. In tegenstelling hiermede wordt bij deze modernste peiler gebruik gemaakt van een snel roterend antennesysteem (180 r.p.m.), waardoor het ware Doppler-effect bereikt wordt.

Door toepassing van deze techniek ontstond een zéér nauwkeurig werkend systeem, dat uiterst simpel van ontwerp is en daarenboven bijzonder economisch zal blijken te zijn zowel qua lage aanschafprijs als qua onderhoud.

De nieuwe Standard VHF automatische peiler, type DDF. 1 is speciaal ontworpen voor betrouwbare en economische exploitatie onder de moeilijkste omstandigheden. Andere zeer nauwkeurig werkende peilers hebben enige belangrijke bezwaren, n.l. een hoge aanschafprijs en gecompliceerde schakelingen, welke zeer vakkundig onderhoudspersoneel vragen. Het nieuwe systeem valt in de prijsklasse van de goedkope conventionele peilers, doch biedt een veel grotere nauwkeurigheid, terwijl ingewikkelde schakelingen zijn vermeden.

Het toepassen van een mechanisch roterende antenne heeft het mogelijk gemaakt een systeem te vervaardigen, waarvan het onderhoud kan worden opgedragen aan personeel, dat slechts een elementaire kennis heeft van radio, of aan monteurs. Op luchthavens van secundaire betekenis zal men deze categorie van personeel eerder aantreffen dan technici met de grondige elektronische kennis, welke nodig is voor het onderhoud van de tot nog toe gebruikte zeer nauwkeurige peilers.

Met de tot nog toe gebruikte detectiemethoden zou, om het gewenste effect te verkrijgen, een antennesysteem nodig zijn, waarvan de omwentelingssnelheid buiten de grens der mogelijkheden ligt. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van systemen met vaste antennes, welke met een hoge snelheid worden afgetast, teneinde op deze wijze het Doppler effect na te bootsen. Dientengevolge gaat de grote nauwkeurigheid gepaard met gecompliceerde en kostbare apparatuur, waarvan het gebruik alleen is verantwoord op luchthavens met een grote verkeersdichtheid en voor militaire toepassingen.

Dat de conventionele peilers, welke zijn gebaseerd op het oorspronkelijke Adcock ontwerp, zich hebben weten te handhaven, is in de eerste plaats toe te schrijven aan de lage kostprijs.

Deze peilers hebben echter het nadeel, dat zeer hoge eisen moeten worden gesteld aan de plaats van opstelling, en dat obstakels, hellingen in het terrein, e.d. reflecties kunnen veroorzaken, welke een achteruitgang van de nauwkeurigheid, en in extreme gevallen, een gevaarlijke onnauwkeurigheid ten gevolge kunnen hebben.

Het Standard Doppler peilsysteem maakt gebruik van nieuwe technieken. Bijzondere kenmerken van het systeem zijn:

De voorheen ondervonden moeilijkheden met een ronddraaiend Doppler antennesysteem zijn volledig overwonnen.

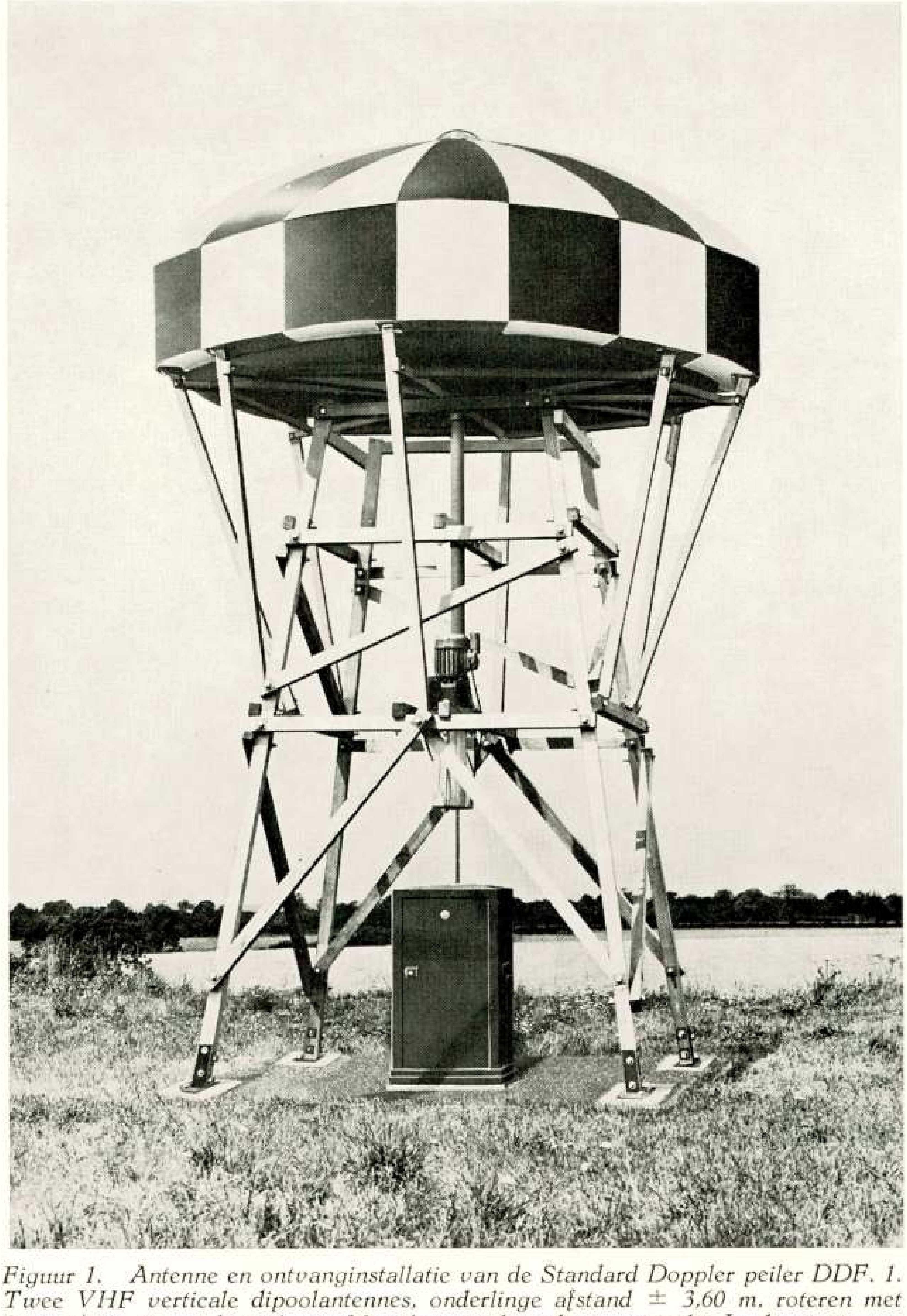
De lange basislijn (3,60 m) tussen de beide verticale dipolen heeft een grote nauwkeurigheid tot gevolg, waardoor de invloed van ongewenste reflecties grotendeels wordt geëlimineerd.

De ontvangapparatuur is ondergebracht in een waterdichte kast, welke onder de antenne wordt opgesteld, zodat geen gebouwtje nodig is.

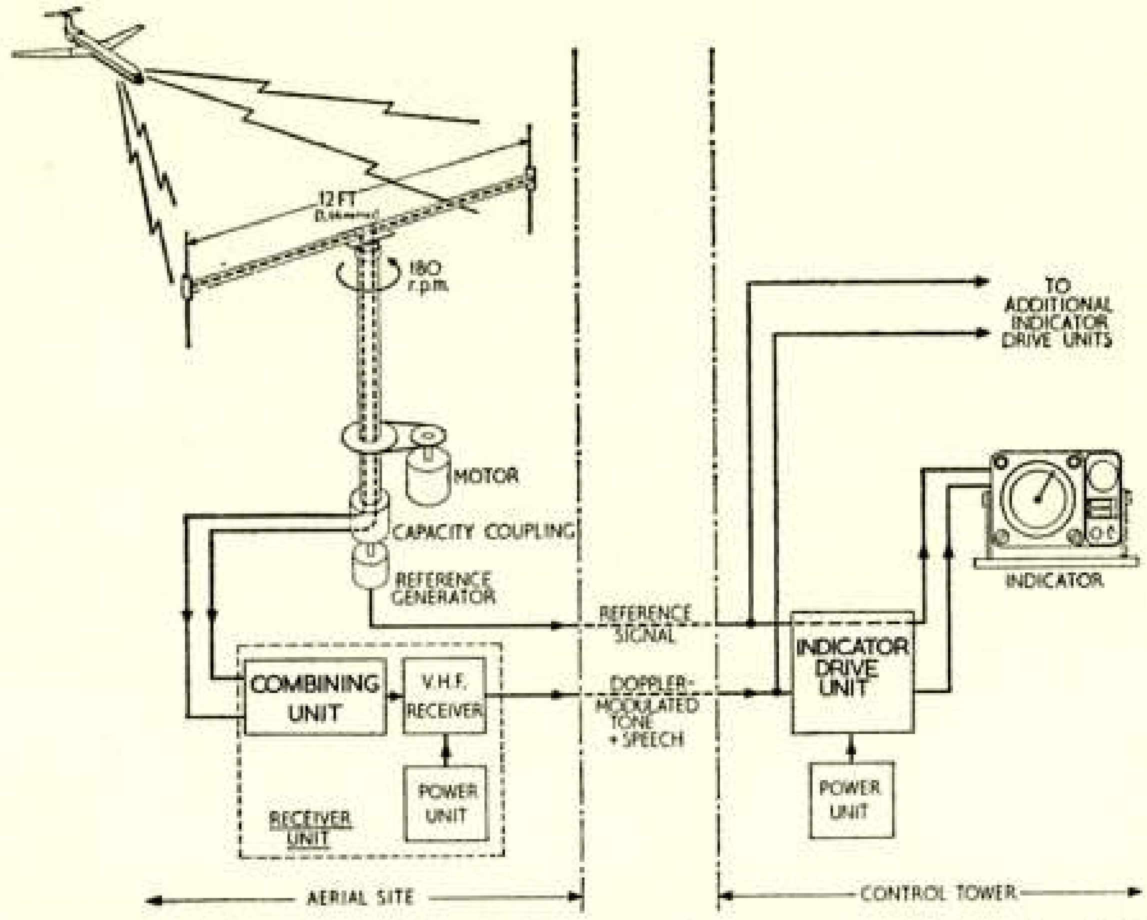
De antenne- en ontvangapparatuur is bestand tegen alle klimatologische omstandigheden, doordat de antenne is ondergebracht in een fiberglazen antenne-

koepel en de ontvanger in een gietijzeren huis. Een geheel nieuwe mechanische indicator met een nauwkeurigheid van een halve graad, waarvan de reactietijd slechts één seconde is. De apparatuur is volledig getransistoriseerd.

Naast de hierboven vermelde voordelen staan een lage aanschafprijs en eenvoud in het onderhoud; dit maakt de toepassing ook op de meeste kleine



*Figuur 1. Antenne en ontvanginstallatie van de Standard Doppler peiler DDF. 1. Twee VHF verticale dipoolantennes, onderlinge afstand ± 3,60 m, roteren met 3 omw/sec. in een koepel van fiberglas met kunsthars versterkt. In de gietijzeren kast is de VHF radio-ontvanger ondergebracht. De antenne-installatie is ca. 6,50 m hoog bij een Ø van ca. 5 m. In de verkeerstoren bevindt zich meestal de indicator met stuureenheid.*




*Figuur 2. Vereenvoudigd blokdiagram van de complete Standard Doppler peiler DDF. 1 met de opstelling van antennes en ontvanger buiten en met de apparatuur in de verkeerstoren.*

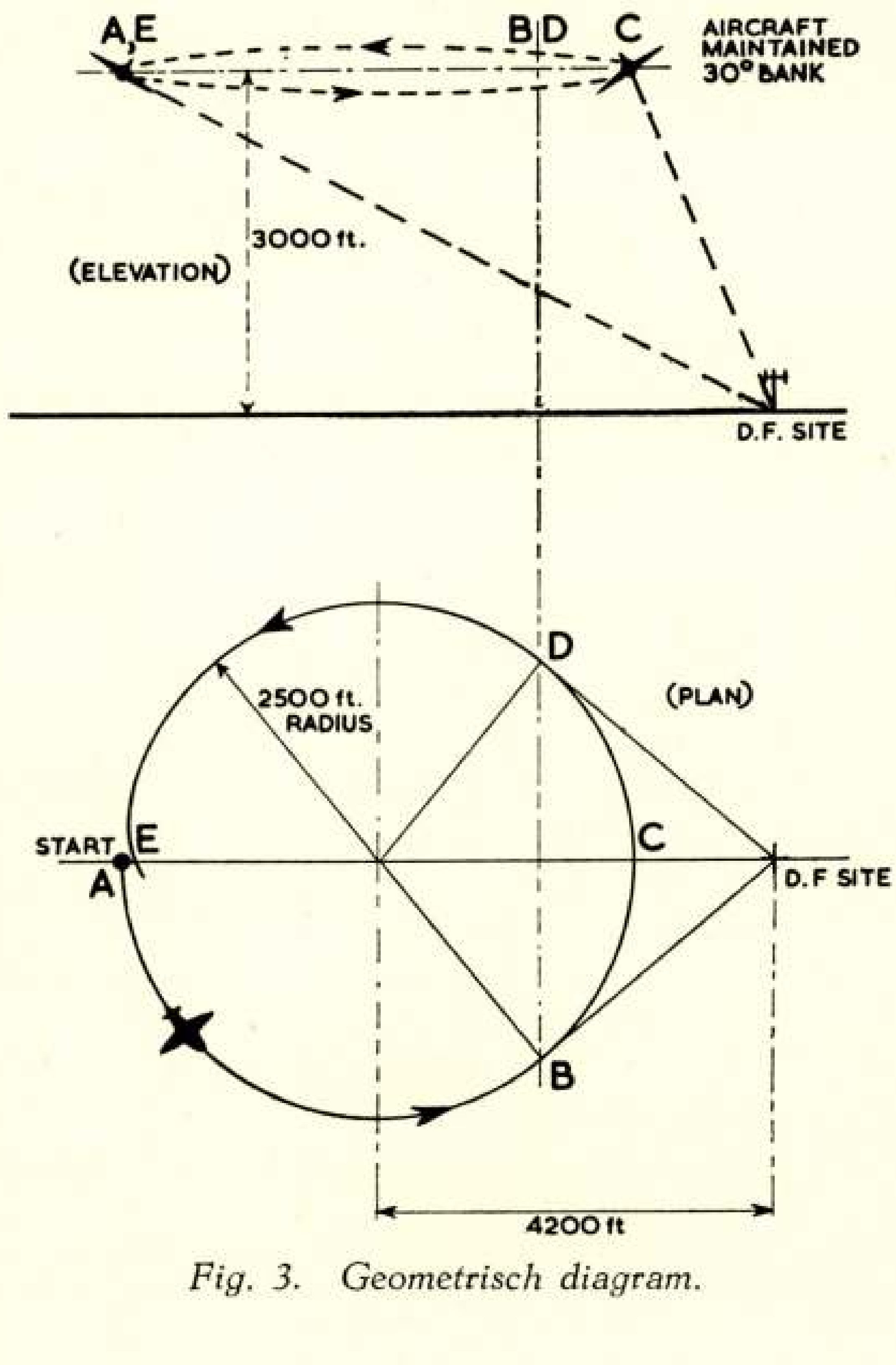
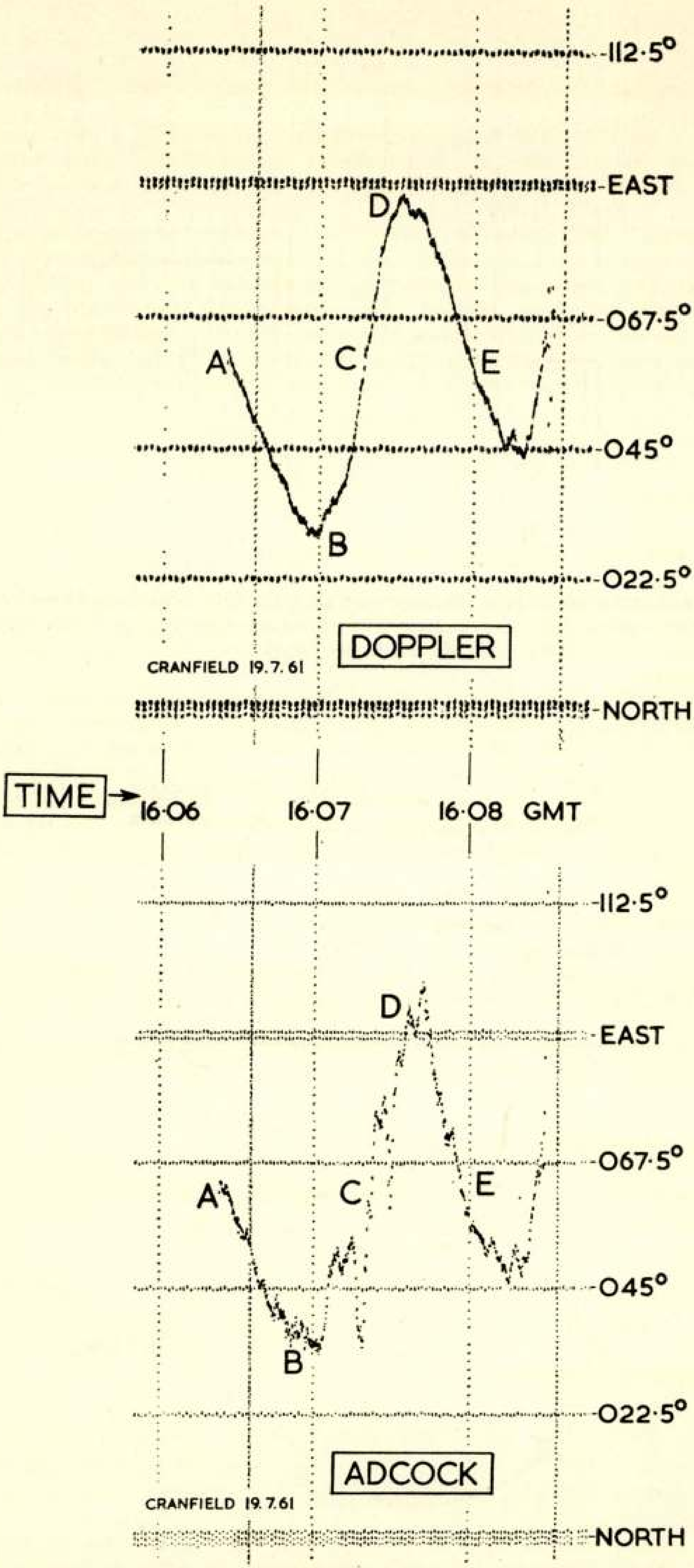



*Fig. 3. Geometrisch diagram.*




*Figuur 4. Ongeretoucheerde reproductie van de automatisch geregistreerde peilingen van de DDF. 1 en een in de nabijheid opgestelde Adcock-peiler.*

luchthavens mogelijk en bijzonder aantrekkelijk voor een betere luchtverkeersbeveiliging.

Hierdoor is de Standard automatische Dopplerpeiler DDF 1 een belangrijke aanvulling op de radionavigatie-hulpmiddelen. Ongetwijfeld zullen luchtvaartkringen dit nieuwe en praktische peilsysteem op de juiste waarde weten te schatten.

Het geometrisch diagram in fig. 3 illustreert de in fig. 4 weergegeven peilingen. Het Anson vliegtuig straalde continu een 124 MHz signaal uit, terwijl het een cirkelvormige baan beschreef, waarvan het middelpunt zich op ca. 1400 m ten noordoosten van de peilers bevond. Het toestel vloog voorts met een dwarshelling van ca. 30° en de elevatie varieerde van 25—60°; een bijzonder moeilijke test voor een peiler. Het vliegtuig volgde niet nauwkeurig het vooraf opgestelde vliegplan: de gehele zwaai van de peilingen was minder dan bedoeld.

---

## CONGRESSEN E.D.

*Internationale Salon voor Uitvinders te Brussel.*

Voor de achtste maal sedert haar oprichting, zal Nederland door een speciale afdeling vertegenwoordigd zijn op de 11e Internationale Salon voor Uitvinders te Brussel. Deze zal plaats hebben van 9 tot 18 maart 1962 in het Internationaal Centrum Rogier.

De Belgische Syndikale Kamer voor de Bescherming der Uitvinders, (onderafdeling van de Kamer voor Koophandel te Brussel), welke deze manifestatie op touw zet, deelt mede dat, ingevolge het aantal aanvragen tot deelneming welke haar uit Nederland toekwamen, men ermee mag rekenen dat ongeveer een veertigtal uitvindingen zullen tentoongesteld zijn in de Nederlandse afdeling.

Een zeer gedetailleerde documentatie zal toegezonden worden aan alle octrooibezitters die hiervoor een aanvraag doen toekomen aan: Livornostraat 70, te Brussel 5 (België).

*Mathematical theory of Automata.*

Van 24 t/m 26 april 1962 wordt in het Auditorium van United Engineering Center in New York een internationaal symposium gehouden over bovenstaand onderwerp.

Organisatie: Polytechnic Institute of Brooklyn (55 Johnson Street Brooklyn 1, New York), met medewerking van IRE, AIEE en US Defense Research Agencies.

*Internationaal Televisie Symposium.*

Van 30 april t/m 4 mei 1962 wordt in Montreux (Zwitserland) het 2e internationale televisiesymposium gehouden.

---

# Boekbesprekingen

*Sound and Television Broadcasting, General Principles,* door K. R. Sturley, Ph. D., B. Sc., M.I.E.E., Iliffe Books Ltd. London 1961. 382 pag. 248 figuren, afm. 8¾" x 5½". Prijs 45 sh.

Dit boek is bestemd om nieuw personeel van de „B.B.C. Engineering Division" in te leiden in de grondbeginselen van de geluids- en televisie-omroep. In het eerste hoofdstuk wordt de theorie van geluid, licht en electriciteit behandeld terwijl in de volgende hoofdstukken de outillage en organisatie van de B.B.C. op

populair-technische wijze wordt beschreven. Achtereenvolgens passeren de revue: de radio-omroep (microfoons, apparatuur voor studio's en controlekamers, opname apparaten) en de televisie (opneembuizen, camera's en verdere apparatuur, zowel voor directe uitzending als voor filmweergave, telerecording systemen). Ook zenders en koppelnetten worden in het kort besproken alsmede de organisatie en de taak van de verschillende personen die bij uitzendingen zijn betrokken.

Om dit gehele gebied in één boek te kunnen samenvatten moesten de uiteenzettingen uiteraard zeer summier worden gehouden, waardoor de vraag gewettigd lijkt of één en ander voor een niet-ingewijde lezer wel voldoende duidelijk is. Meer speciaal geldt deze opmerking voor het eerste hoofdstuk.

Het boek beperkt zich geheel tot de zendapparatuur; ontvangers worden niet behandeld. Verder wordt bij de televisie alleen het Engelse systeem besproken; de in andere landen gebruikte systemen worden slechts op enkele plaatsen zeer terloops genoemd. Om deze reden zal de betekenis van dit zeer goed verzorgde en rijk geïllustreerde boek wel in hoofdzaak tot Engeland beperkt blijven.

v. H.

*Principles of semiconductors,* door M. G. Scroggie, Iliffe Books Ltd., London, 1961. 156 pag., 115 figuren. afm. 8¾" x 5½". Prijs 21 sh.

Scroggie weet zeer smeuig ingewikkelde zaken eenvoudig te beschrijven zodat men de indruk krijgt dat men ze begrijpt, en misschien is dat ook wel enigszins zo. Hij heeft zich hier geworpen op halfgeleiders en behandelt zonder zelfs maar een enkele formule zulke zaken als valentie- en geleidingsbanden, gaten-stromen, intrinsieke geleiding, mesa- en drifttransistoren, de thyristor, het vidicon en de Peltier-koeling.

Wanneer men niet van plan is zelf wetenschappelijk werk te doen op dit gebied vindt men in dit boek een goed overzicht van de verschillende halfgeleiderelementen en van hun werking.

v. O.

*Transistor circuit analysis,* door M. V. Joyce and K. K. Clarke, Addison-Wesley Publ. Co, Reading, Mass., U.S.A., 1961. 461 pag. afm. 15 x 23. Prijs $ 10.75.

De eerste boeken over transistorschakelingen bevatten veel berekeningen die men zonder veel moeite achter zijn schrijftafel kan maken, maar die zeer weinig praktisch belang hebben omdat de grenzen waartegen men in de praktijk vastloopt geheel andere zijn dan de in de berekeningen veronderstelde. Langzamerhand heeft men deze grenzen leren kennen en Joyce en Clarke hebben nu een boek geschreven waarin zij deze overbodige materie hebben vermeden en waarin zij de „basic methods of analysis, involved in the design and understanding of transistor circuitry" geven.

Het boek is het resultaat van cursussen die in 1957 en daarvoor door de eerstgenoemde van de auteurs werden gegeven aan het „Polytechnic Institute of Brooklyn". Professor Joyce overleed eind 1958 en zijn opvolger Clarke vulde het door hem nagelaten manuscript aan en herzag het.

Een periode van verscheidene jaren ligt tussen het concipiëren van een deel van het materiaal en het in druk verschijnen. Toch merkt men dit slechts in enkele hoofdstukken. Nergens worden bijvoorbeeld de y-parameters gebruikt en de laatste jaren is gebleken dat deze zowel in de meettechniek als voor de berekening van de versterking bij hoge frequenties zeer nuttig zijn.

Wanneer men voor het bereiken van het een of andere doel met transistorschakelingen wil experimenteren kan men niet volstaan met het bestuderen van het daarop betrekking hebbende artikel in een handboek. Op bijna ieder gebied worden nog voortdurend vorderingen gemaakt en men moet dus de betreffende tijdschrift-artikelen opzoeken. Een overzicht over de problemen die zich kunnen

voordoen, en een of meer mogelijke oplossingen vindt men in het boek van Joyce en Clarke wel. Het is bovendien door een aantal goedgekozen vraagstukken zeer geschikt als leerboek.

v. O.

*The Birth of Broadcasting, vol. 1,* door Professor A. S. A. Briggs, Oxford University Press, 1961, 415 blz., 50 figuren, afmetingen 5¾" x 8¾". Prijs 42 sh.

In dit eerste deel behandelt de auteur de eerste radio-experimenten in Amerika en Engeland en daarna de komst van de omroep meer speciaal in Engeland. Beschreven worden de stichting van de British Broadcasting Company in 1923, onder Lord Reith, als commerciële organisatie en zijn geschiedenis tot aan de overgang naar de British Broadcasting Corporation in januari 1927.

Het is de bedoeling dat in volgende delen de verdere geschiedenis tot 1955 zal worden behandeld.

Het geheel is beslist geen vlot leesbaar boek maar een gedegen studie waarbij dankbaar gebruik is gemaakt van archieven van o.a. GPO en BBC.

Het is niet zozeer de techniek maar veeleer de maatschappelijke zijde die door de auteur wordt belicht. Voor degene die deze belangstelling met hem deelt is dit een belangwekkende serie.

De uitgave is keurig verzorgd.

K.

*Gids voor Kortegolf-radio-ontvangst 1961/62* onder redactie van G. Slot. N.V. Uitgeversmij Centrex, 40 pag. 4 figuren. Afmetingen Wandkaart 80 x 110; gids 14,8 x 21. Prijs *f* 2,50.

Met medewerking van o.a. leden van de BBC en de NRU verscheen in Philips Technische Bibliotheek een wandkaart t.b.v. de kortegolfontvangst. Bijgeleverd wordt een boekje waarin de meeste kortegolfstations in de wereld zijn opgenomen.

Het geheel stelt de gebruiker in staat snel die frequentie te kiezen waarop op een willekeurig tijdstip goede ontvangst van een bepaald land mogelijk is.

K.

*Guide to broadcasting stations,* Wireless World, 13e druk. Iliffe Books Ltd, London 1961, 100 pag., afmetingen 17¼" x 4¾". Prijs 3.6 sh.

Wederom verscheen een nieuwe bijgewerkte druk van deze bekende gids. Van de televisie en v.h.f. geluidzenders zijn alleen die met een zendvermogen van 5 kW of meer opgenomen.

K.

*Radio and Electronic Laboratory Handbook,* door M. G. Scroggie B. Sc., MIEE, 7e druk, Wireless World, London 1961, 537 blz., 300 figuren; afmetingen 22 x 14 cm. Prijs 55 sh.

Het verrichten van metingen neemt in het laboratorium een groot gedeelte van de tijd van de elektronicus in beslag. Het merkwaardige is echter dat hem weinig elementaire werken ter beschikking staan waaruit hij dit vak kan leren. Meestal is wel de theorie waarop de meting gebaseerd is te vinden, maar de verschillende manieren waarin van geval tot geval deze moeten worden uitgevoerd om bepaalde storende effecten zo veel mogelijk uit te sluiten blijven achterwege.

Een handboek dat de theorie bekend veronderstelt en alleen de karakteristieke eigenschappen van meetinstrumenten en meetschakelingen behandelt kan de meettechnicus nuttige informatie verschaffen.

De auteur van het Radio and Electronic Laboratory Handbook heeft niet alleen een dergelijk overzicht willen geven, maar ook heeft hij de experimenterende amateur in zijn lezerskring willen betrekken, door schakelingen van meetinstrumenten te bespreken die voor zelfbouw geschikt zijn. Het grote voordeel hiervan is dat door de dimensionering meer inzicht in de eigenschappen van instrumenten gegeven wordt, dan alleen met een beschrijving.

Het nadeel is dat alleen de elementaire zaken uitvoerig besproken worden en voor de meer speciale instrumenten of metingen naar (hoofdzakelijk engelse) literatuur verwezen wordt. Zo bestaat het hoofdstuk hoge frequenties slechts uit 12 blz. en wordt het microgolfgebied in het geheel niet behandeld.

In vergelijking met het bekende werk „Electronic Measurements" van Terman and Pettit worden veel minder onderwerpen behandeld maar anderzijds vindt men hierin geen opmerkingen zoals „de schrijver van dit werk heeft veel tijd verknoeid bij een meting omdat het magnetische veld van een cilindrisch gewikkelde weerstand de uitslag van een weekijzermeter beïnvloedde".

Voor de man achter de laboratoriumtafel zijn dit echter zaken die waard zijn om te weten.

Een groter bezwaar vinden we dat de transistor heel summier en verspreid behandeld is.

De lezer zal het zeker op prijs stellen dat het MKS stelsel in dit boek gebruikt is. (Ook de maten en afmetingen zijn in het metrische stelsel gegeven).

De uitvoering van het boek is verzorgd, de schema's zijn duidelijk en principieel gehouden, de stijl is persoonlijk zonder familiaar te worden.

Sch.

---

# Uit het Nederlands Radiogenootschap

## PERSONALIA

*Prof. ir. dr. J. L. van Soest en Dr. F. L. H. M. Stumpers benoemd tot Fellow - IRE.*

Het doet ons genoegen dat twee leden van ons Genootschap werden onderscheiden met het Fellowship van het IRE.

De benoeming van Prof. Van Soest vond plaats op grond van zijn bijdragen tot de research op het gebied van de Nederlandse Defensie, die van Dr. Stumpers voor zijn bijdragen tot de communicatietheorie.

Wij wensen hen veel geluk met deze onderscheiding.

*Afscheid ir. A. J. Ehnle als hoofddirecteur PTT.*

Met ingang van 1 januari 1962 is aan de hoofddirecteur Algemene Zaken en Radio van PTT ir. A. J. Ehnle op zijn verzoek eervol ontslag verleend wegens het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd. Ir. Ehnle heeft deze funktie sedert 1 oktober 1954 bekleed. Hij wordt opgevolgd door ir. A. D. J. Uurbanus.

*Afscheid ir. J. J. van Rijsinge als directeur Reactor Centrum Nederland.*

Met ingang van 1 september 1961 heeft ir. J. J. van Rijsinge zijn funktie van technisch directeur bij het Reactor Centrum Nederland met pensioen verlaten.

Ir. van Rijsinge heeft deze funktie vervuld sedert 1 september 1959.

---

## VERSLAG VAN HET EXAMEN VOOR RADIOTECHNICUS EN RADIOMONTEUR GEHOUDEN IN HET NAJAAR 1961

De schriftelijke examens werden gehouden op 9 en 16 oktober 1961. De mondelinge examens vonden plaats op 20, 21, 27, 28 november, 7, 8, 14 en 15 december 1961.

Het resultaat van het examen is hieronder vermeld.

SCHRIFTELIJK

| | deelgenomen | vrijstelling | afgewezen |
|---|---|---|---|
| Radiotechnicus | 192 | — | 97 |
| Radiomonteur | 187 | — | 103 |

MONDELING

| | niet opgekomen | deelgenomen | afgewezen | herexamen | geslaagd |
|---|---|---|---|---|---|
| Radiotechnicus | | 95 | 37 | 6 | 52 |
| Radiomonteur | 1 | 83 | 30 | 6 | 47 |

HEREXAMEN

| | deelgenomen | afgewezen | geslaagd |
|---|---|---|---|
| Radiotechnicus | 16 | 4 | 12 |
| Radiomonteur | 7 | 2 | 5 |

## NIEUWE LEDEN

T. T. J. Jaspers, Ceramstraat 16-I, Delft (junior lid).
Ir. K. H. Wesseling, Nieuwe Schoolstraat 3, Den Haag.

## NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

W. H. van Gelder, Flat 111, van Leeuwenhoekstraat 5, Haarlem.
Ir. E. W. Gröneveld, Leijweg 1016, Den Haag.
J. Koning, Esdoornstraat 4, Nuenen.
Ir. S. Kukler, Haagweg 86, Leiden.
C. A. M. Lammerts, St. Adrianusstraat 30, Eindhoven.
Jhr. ir. J. L. van Lidth de Jeude, P. C. Hooftstraat 165, Amsterdam.
Ir. A. W. M. Paling, Hilversumseweg 32, Laren (N.H.).
Ir. C. J. Pluygers, Duinweg 6b, Den Haag.
Ir. H. A. J. Rijnja, Viale San Bartolomeo 92, La Spezia, Italië.
Ch. L. Seeger, Radio Astr. Inst. Stanford University, Stanford, California, U.S.A
Ir. G. C. van Slagmaat, Hylekamp 7, Mook.
Ir. P. Stam, Anninksweg 98, Hengelo (O).
M. C. Vrolijk, Pieter Huyssensweg 3, Eindhoven.
Ir. M. Weeda, Maria Stuartlaan 23, Eindhoven.
Ltz. (E) I C. M. de Zeeuw, Neuweg 513, Hilversum.

## BEDANKT ALS LID

S. L. Hof, Citroenstraat 30, Den Haag.
Ir. W. K. Hofker, Berlagelaan 89, Hilversum.
Ir. H. A. Reydon, Linnaeusstraat 29 II, Den Haag.
Ir. F. Sloof, de Gaarde 452, Den Haag.

**4th INTERNATIONAL CONGRESS ON MICROWAVE TUBES**

The Hague - Holland
3rd to 7th September 1962
Organization: Nederlands Radiogenootschap NRG
Co-Sponsor: International Scientific Radio Union URSI

---

## INVITATION

In view of the successful results of the international congresses on microwave tubes (Paris 1956, London 1958 and Munich 1960) the Nederlands Radiogenootschap NRG has gladly accepted the task of organizing the 4th International Congress on Microwave Tubes 1962.
This congress, to which URSI has offered her co-operation, is to be held in The Hague from the 3rd to 7th September 1962.
The Preparatory Committee now has the pleasure of sending invitations for participation to all those who take an interest in research, development and the application of microwave tubes.
The Preparatory Committee also expresses the hope that many from all parts of the world will accept this invitation, so that in a truly international meeting an intense exchange of thoughts may be a valuable contribution to this branch of science and technology.

J. D. H. van der Toorn
*Chairman Nederlands*
*Radiogenootschap NRG*

P. H. J. A. Kleijnen
*Chairman Preparatory*
*Committee*

## PROVISIONAL PROGRAMME

| | | |
|---|---|---|
| Monday, 3rd September | a.m. | Official Opening Ceremony |
| | p.m. | Lectures and Discussions |
| Tuesday, 4th September | a.m. | Lectures and Discussions |
| | p.m. | Lectures and Discussions |
| Wednesday, 5th September | a.m. | Lectures and Discussions |
| | p.m. | Lectures and Discussions |
| Thursday, 6th September | a.m. | Lectures and Discussions |
| | p.m. | Lectures and Discussions |
| Friday, 7th September | | Excursions |

**LECTURES**

Lectures of 20 minutes at the most can be given in English, French or German, on one or more of the 15 subjects mentioned below:

1. Diodes and grid-controlled tubes
2. Velocity-modulation tubes
3. Travelling-wave tubes
4. Backward-wave tubes
5. Magnetrons and M-type amplifier tubes
6. Parametric devices
7. Gasdischarge devices
8. Masers, irasers and lasers
9. Tubes of special design (undulators, Cerenkov effect, harmonic generators, etc.)
10. Noise
11. Electron mechanics (guns, focusing, etc.)
12. Cavities and slow-wave structures
13. Space-charge waves
14. Measuring techniques
15. Technology

Summaries of the lectures are sent to all the attendants before the beginning of the congress.
After the congress the complete lectures will be published and made available in a form to be determined later.

**LADIES PROGRAMME**

The Preparatory Committee would certainly appreciate it if participants were to bring their ladies along.
A particularly attractive programme has been scheduled for them, in which excursions will be made to several of Holland's famous sights under expert guidance.

**CONGRESS OFFICE**

All correspondence concerning the congress must be addressed to:
*Congresbureau 4e Internationaal*
*Congres Microgolfbuizen 1962*
*Postbus 62, Eindhoven, Holland.*

*Dit nummer werd gedrukt op 23 februari 1962.*